



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA.
INGENIERÍA MECÁNICA.**

Mon
621.3
H557
2011

TITULO:

AUDITORIA ENERGÉTICA EN LÁCTEOS SAN SEBASTIÁN.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Mecánico.

AUTOR:

Br. LUIS MANUEL HERNÁNDEZ MARTÍNEZ.

TUTOR:

Ing. Edmundo J. Pérez Escobar
Máster en Ingeniería Mecánica.

Managua, Nicaragua Mayo 2011.

Resumen.

En el presente documento se plantean los pasos que se deben de seguir al realizar una auditoría energética de tercer nivel. La evaluación se centró en el análisis de los mayores consumidores de energía eléctrica, para ello se tomó como base de análisis los registros de facturación de energía eléctrica, mediciones puntuales, producción, horas y condiciones de operación.

Se seleccionó el período de estudio de Septiembre 2008 a Octubre 2009, a partir de los cuales se elaboró el balance de energía. Al mismo tiempo se realiza una evaluación económica de los costos de implementación y ahorros obtenidos.

La auditoria energética permitió caracterizar técnicamente las condiciones reales del sistema de refrigeración mayor consumidor de energía eléctrica, permitiendo conocer su eficiencia para clasificarla según las normas internacionales.

Se desarrolló en el presente documento el análisis de oportunidades de ahorro y su evaluación económica, técnica y ambiental, todo esto traerá no solamente beneficios a Lácteos San Sebastián, sino que también beneficios a la sociedad nicaragüenses.

Dedicatoria.

Dedico este trabajo Monográfico, primeramente al Dios todopoderoso por su amor y haberme dado la fuerza para seguir adelante en mis estudios, a pesar de los momentos que existieron de flaquear siempre me dio fuerza para luchar.

A mi Madre Damaris del Carmen Martínez Núñez, que siempre estuvo presente apoyándome en mis estudios.

Gracias Madre, a usted le dedico este trabajo.

De tu Hijo:

Luis Manuel Hernández Martínez.

Agradecimiento.

Estoy sumamente agradecido al Señor Jesucristo mi Dios, ya que con Amor Eterno me ha amado; por tanto prolongó su misericordia para conmigo, y siempre guardarme de todo mal.

A mis padres, hermanos y familiares que siempre estuvieron presentes en mi vida.

También le agradezco a la 4^{ta} Iglesia Apostólica de la Fé en Cristo Jesús, de la cuidad de Managua, por brindarme todo su apoyo.

Al Sr. Moisés Mayorga Arias y familia.

A mi Esposa Kheyly Valeska Miranda Vallejos, que siempre me apoyo en mi estudio, fue y es un brazo de apoyo en mi vida, gracias por todo.

Al Sr. Germán Miranda y familia.

A mi prima Yara Leticia Núñez, que siempre estuvo apoyándome.

A todas aquellas personas que de una u otra manera, me ayudaron en la realización de este trabajo, les estoy muy agradecido y que Dios los Bendiga siempre.

Introducción.

El elevado crecimiento global de la economía en los últimos años se ha caracterizado por una extraordinaria expansión del consumo de energía. De mantenerse la dinámica observada en su demanda esta se vería en peligro de ser satisfecha durante el presente siglo con las reservas exploradas de combustibles fósiles, prediciéndose un futuro con tensiones entre naciones debido al acceso limitado que tendrá este recurso natural.

En la actualidad entre las prioridades económicas de la mayoría de las naciones se encuentran la de establecer una política dirigida a lograr un alto grado de eficiencia energética y la búsqueda de fuentes no convencionales limpias para satisfacer su demanda con acciones tendientes a aliviar la presión sobre las reservas de combustibles fósiles y disminuir los riesgos del tipo medioambiental y ecológicos que generan su combustión por el efecto invernadero y el calentamiento global de la tierra.

Debido a que actualmente, las denominadas energías duras o convencionales (petróleo) siguen representando nuestras fuentes principales de energía (el porcentaje de plantas que producen energía por medio de combustibles fósiles es de 38%, plantas de carbón el 9%, plantas nucleares el 6%, gas natural el 23% y las energía renovable es de 24%)¹ tanto para el sector residencial como para el productivo y que no podemos prescindir de ellas, es necesario reforzar las medidas de ahorro y el uso racional de dichos potenciales energéticos, de forma tal que en alguna medida se compensen los gastos que de su utilización se derivan.

El ahorro de cualquier forma de energía y su uso racional inevitablemente presupone la aplicación y control de un programa confeccionado para ese fin, pero dicho programa no se elabora de forma empírica, sino a partir de métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, es decir, que debe estar

¹Fuente: Energy Information Administration.

sustentado por las auditorias energéticas que permiten identificar en cada lugar que se apliquen(industria, centro de servicio, universidades.),la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada la energía de cualquier tipo (eléctrica, térmica).

La búsqueda de la eficiencia energética solo tiene sentido ecológico si demuestra que la aplicación de medidas técnico organizativas y las inversiones requeridas para lograrla muestran eficiencias en reducir los costos de producción o mostrar indicadores de eficiencia económica que demuestren la viabilidad de la recuperación de los fondos destinados a la inversión.

Es por eso que Lácteos San Sebastián, ha mostrado un interés en la aplicación de una auditoria energética, valorando así las condiciones de los equipos eléctricos que dependerá del diseño constructivo y de las condiciones de operación, además de otros factores que influyen de forma directa o indirecta; afectando, indudablemente, el consumo eléctrico. El principio fundamental para este trabajo de investigación, será garantizar el uso adecuado y eficiente de los equipos, aumentando la eficacia de estos para obtener los resultados esperados. Además de mejorar las condiciones y conductas de usos, se propondrán medidas de mejoras que involucra la adquisición de equipos modernos y eficientes, tomando en cuenta la factibilidad técnica y económica de las opciones de mejoras.

Es importante el buen funcionamiento de los equipos, debido a que de estos, depende la buena conservación de la leche y sus derivados. En nuestro país en donde las industrias lácteas no son grandes rubros desarrollados, debido a que estas están trabajando en cooperativa y donde la tecnologías de puntas requieren de una fuerte inversión, unidos a los elevados costo de la energía eléctrica y a las exigencias de una política de calidad, se hace necesario el monitoreo constante de aquellos equipos donde existe un sistema de enfriamiento, con el fin de verificar si este opera eficientemente y proporcione las condiciones ideales.

Antecedentes.

Lácteos San Sebastián se encuentra ubicado en el kilometro 183 ½ carretera Managua - San Carlos del municipio de Acoyapa, departamento de Chontales.

La empresa tiene 10 años de estar operando y cuenta con 10 empleados tomando en cuenta el personal administrativo; por lo que se considera una pequeña empresa según la clasificación del Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC).

Lácteos San Sebastián acopia un promedio de 18,000 litros de leche por día, se dedica a la producción de quesillo y la venta de leche fría.

Aproximadamente 14,000 litros/día (3,699 gln/día) es refrigerada desde su recepción en 6 tanques de enfriamiento con capacidad de 1,057 galones cada uno, utilizando un intercambiador de calor de placas rectangulares, por donde circula la leche y agua helada, manteniendo una temperatura de 4°C, posteriormente es vendida a la empresa NILAC, con instalaciones de planta en la ciudad de Mateare.

Justificación.

En los últimos años se ha visto un elevado crecimiento global de la economía caracterizado por una extraordinaria expansión del consumo de energía, de mantenerse esta dinámica acelerada en el consumo de combustibles fósiles, esta se vería afectada de no ser satisfecha durante el presente siglo con las reservas actuales de combustibles fósiles convencionales, debido al acceso limitado que se tendría a este recurso.

En lo que respecta particularmente al petróleo, la IEA (Agencia Internacional de Energía), ha previsto que la demanda hasta el 2025 crecerá a un ritmo del 1.9% anual, pasando de 80 a 118 millones de barriles diarios, y para dar respuesta a ese incremento se necesitara que los países integrantes de la OPEP (Organización de Países Productores de Petróleo: Arabia Saudita, Irak, Kuwait, Libia, Emiratos Árabes, Qatar, Indonesia, Argelia, México, Nigeria y Venezuela) aumenten su producción cotidiana en un 80% mientras que las naciones no integrantes de la OPEP, deberían hacer lo mismo pero en un 42%. La IEA estima que la situación no se solucionara en los próximos 20 años y proyecta que para el 2025 los precios mundiales se mantendrán elevados. En la generación de energía eléctrica con hidrocarburos en Nicaragua tenemos el 70% y con recursos renovables el 30%, lo cual se divide en: hidroeléctrica 15.1%, geotérmica 9.5% y residuos vegetales 5.4%².

El incremento constante en los precios de los derivados del petróleo y por lo tanto de la energía eléctrica, han originado una mayor incidencia en los costos de producción, especialmente en aquellas industrias de mayor consumo de energía, presentándose este mismo impacto en los demás sectores de la economía nacional como con el residencial, transporte, comercio y servicio.

²**Fuente:**<http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/prensa/folletin/Folletin%20Nicaragua%20en%20Cifras%202005.pdf>

El uso eficiente de la energía brinda múltiples beneficios para la sociedad, por ejemplo disminuir el impacto ambiental, tanto local como global y postergar el agotamiento de los recursos no renovables. Y en la parte económica le permite a las personas, instituciones o empresas hacer un aprovechamiento óptimo de la energía haciéndolas más competitivas en una economía que tiende a la globalización. Por lo tanto, el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

Lácteos San Sebastián, ha mostrado un gran interés a la aplicación de una auditoria energética, donde esta iniciativa pretende promover la cultura del ahorro y la prevención ambiental a todos los niveles de la planta, desde la comunidad productora de leche hasta el personal laboral en la planta, debido a que los costos por energía se ve directamente relacionado a la eficiencia de los consumidores eléctricos y a los tiempos y medidas de operación a los que estos están sometidos por parte de sus usuarios.

De esta forma, implementando todas las medidas a tomar en cuanto al uso de la energía, Lácteos San Sebastián, hará un uso racional de la energía generando beneficios económicos y ambientales traducidos también en beneficios a la sociedad nicaragüense.

Objetivos.

1. Objetivo General.

Determinar las opciones de mejora para el incremento de la eficiencia en el consumo de los recursos eléctricos involucrados en la comercialización de leche fría y producción de queso a través de la evaluación detallada de los sistemas y procesos consumidores, con el fin de reducir los costos operativos, minimizar los impactos ambientales e incorporar indicadores de control que mejoren la administración de la energía de la empresa.

2 Objetivos Específicos.

Evaluar la eficiencia de los equipos consumidores de energía eléctrica y térmica en los procesos involucrados para la determinación de las alternativas de optimización.

Realizar la evaluación de factibilidad técnica y económica de las medidas de ahorro y conservación energética, así como las medidas de administración de carga, para determinar su viabilidad de implementación.

CAPITULO I

Generalidades.

Generalidades.

El presente capítulo da a conocer la estructura organizativa de la Planta Lácteos San Sebastián.

1.1. Estructura organizativa.

La estructura de la planta Lácteos San Sebastián está conformada por la Gerencia General, la Vice Gerencia y otras Gerencias independientes.

De las cuales son:

- Gerencia Administrativa.
- Gerencia de Producción.
- Gerencia de Mercadeo.

La **Gerencia Administrativa:** Tiene por responsabilidad llevar el control administrativo de la empresa, respecto a recursos humanos, contabilidad, finanzas, mantenimiento, almacén, compra y venta.

La **Gerencia de Producción:** Se encarga de estudiar un modelo de producción eficiente y dinámico que garantice la calidad al bajo costo; actualizar y mejorar los métodos y procedimientos.

La **Gerencia de Mercadeo:** Tiene como cargo todo lo respecto al estudio del mercado, dentro de ello tratan las exportaciones e importaciones, propaganda y las rutas de distribución del producto. (Ver figura N° 1)

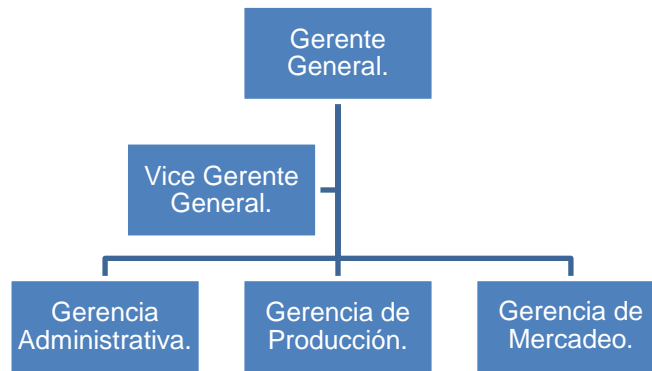


Fig. No 1 Estructura Organizativa de Lácteos San Sebastián.

1.2 Niveles de alcance de una auditoria energética.

Existen varios tipo de auditorías variando en tamaño, enfoque precisión y costos dependiendo de las fuentes y necesidades del proceso en el cual se desarrolla el mismo, sin embargo es conveniente dividir cualquier auditoría energética en tres niveles, “1” , “2” y “3”.

1. Auditoria de primer nivel: Esta es una auditoría de inspección se lleva a cabo mediante un examen visual del proceso industrial de que se trate reconociéndolo y revisando el diseño original para dar una idea cuantitativa del potencial y de los ahorros de energía que pueden lograrse por medio de procedimientos sencillos de operación y mantenimiento. Se detectan fugas de energía, mala operación de los equipos o instrumentos.

2. Auditoria de segundo nivel: Comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como los motores eléctricos y los equipos que estos accionan, como los de comprensión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares, entre otros.

Este tipo de auditoría requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos lo que incluyen la información sobre volúmenes manejados o procesados y los consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en la operación se compara con la de diseño, para obtener las variaciones de eficiencia.

3. Auditoria de tercer nivel: Consiste en el análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de los equipos especializados de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería.

En estos diagnósticos es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Además, facilitan la evaluación de los efectos de cambios de condiciones de operación y de modificaciones de consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de precisión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estas auditorías generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos y procesos, e incluso de las tecnologías utilizadas. Debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa en cuanto al periodo de recuperación de la inversión.

Su principal objetivo es establecer un programa completo de conservación de energía con vistas al edificio o a la planta (mediciones, análisis de proceso, identificación y cuantificación de mejora) con entrega de reporte de evaluación, descripción del edificio o planta, perfil de consumo, descripción de mejoras, plan de ejecución y recomendaciones.

1.3 Metodología empleada en las auditorías energéticas.

Como metodología para implementar una auditoria energética se consideran las siguientes actividades fundamentales.

- Recolección de datos de consumo de energía por medio de muestreos in situ, información brindada por parte de la institución o empresa,

entrevistas al personal que labora en la institución o empresa, medición con equipos de medición eléctrica, temperatura y luminosidad, utilizando formatos adecuados y planos.

- Depuración de datos obtenidos.
- Procesamiento de los datos empleados, siendo una herramienta fundamental el análisis estadístico para identificar las fuentes y los consumidores mayores teniendo en cuenta la confiabilidad, confidencialidad y su disponibilidad.
- Análisis de los datos procesados y su comparación con parámetros de referencia.
- Identificación de las oportunidades de conservación de la energía.
- Evaluación económica, técnica y ambiental del plan de medidas propuestas a implementar a corto y mediano plazo.
- Propuesta del plan de medidas para elevar la eficiencia energética y su cronograma de implementación.
- Conclusiones y recomendaciones.

1.4 Aspectos a diagnosticar.

Entre los aspectos a diagnosticar en una institución, empresa, industria, etc., se encuentran los siguientes:

- **Operativos:** Inventario de equipos consumidores de energía, de equipos generadores de energía, detección y evaluación de fugas y desperdicios, análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento, inventario de instrumentación y posibilidades de sustitución de equipos.
- **Económicos:** Precios actuales y posibles cambios de los precios de los combustibles, costos energéticos y su impacto en los costos totales, estimación económica de desperdicios, consumos específicos de energía eléctrica, producto del consumo de energía, evaluación económica de las medidas de ahorro, relación beneficio-costos de las medidas para uso irracional de energía y precio de la energía eléctrica comprada (\$/kWh).

- **Energéticos:** Formas y fuentes de energía utilizadas, posibilidades de sustitución de energéticos, volúmenes consumidos, estructura del consumo, balance de materia y energía, diagramas unifilares y posibilidad de autogeneración.

1.5 Requerimientos en una auditoría energética.

Para poder realizar una auditoría energética se requiere de los siguientes tipos de información:

- **Información operativa:** Manuales de operación de los equipos consumidores y generadores de energía y reportes periódicos de mantenimiento.
- **Información energética:** Balance de materia y energía, series de consumo histórico de energía, información sobre fuentes alternas de energía y planos unifilares actualizados.
- **Información económica:** Series estadística de productos, ventas y costos de producción.

1.6 Áreas de aplicación en la auditoria energética.

Entre las áreas de mayor aplicación de una auditoría energética se encuentran las siguientes:

- **Área industrial:** Calderas de hornos, motores y bombas, sistemas eléctricos, turbinas, compresores y sistemas de refrigeración.
- **Área de oficinas:** Iluminación, acondicionamiento ambiental y aparatos eléctricos. Vehículos automotores: operación y mantenimiento.

1.7 Importancia de una auditoria energética.

Así como las auditorias contables nos aseguran que nuestros costos y utilidades estén bien distribuidos, ya que una auditoria en general es una evaluación y diagnóstico de cómo nos encontramos en la materia que analizamos, también debemos aplicar esto a nuestros consumos energéticos.

Cualquier plan de reducción de costos energéticos que queramos implementar debe comenzar con un conocimiento de cómo nos encontramos actualmente consumiendo nuestra energía. En base a esta información real, podemos planificar la manera de ahorrar energía.

Este estudio debe incluir la confección del diagrama unifilar de distribución de cargas eléctricas al interior de nuestra planta y/o edificación, con mediciones ó con lecturas de medidores ya instalados, así también debe incluir un análisis de los últimos doce meses de consumos y de indicadores energéticos y una observación completa de nuestras instalaciones y proceso productivo, con la finalidad de saber si estamos mejorando, nos mantenemos, o tal vez estamos empeorando en cuanto a costos energéticos.

Con esta información histórica podemos establecer metas concretas de ahorro o también podemos descubrir nuevos potenciales de ahorro, con inversión o sin inversión.

Muchas veces creemos que es imposible reducir más nuestros costos energéticos, y esto se debe a la falta de información de nuestro potencial de ahorro.

Este sólo se puede descubrir con una **verdadera** auditoria energética, y se menciona la palabra **verdadera**, porque muchas veces estos estudios se realizan por las mismas personas que consumen al interior de la planta. Esta información tiene un sesgo, pues el mismo consumidor no puede ser juez y parte, y para evitar esto, es necesario que este trabajo sea realizado por consultores externos con amplia experiencia en estos temas, que nos aseguren una información exacta, real, fidedigna y completa de cómo estamos consumiendo nuestra energía y puedan determinar los potenciales de ahorro y hacer las recomendaciones respectivas.

Y este estudio no termina ahí, pues la manera de consumir energía varía con el tiempo, se implementan nuevas tecnologías, o se adquieren nuevas máquinas o se prescinde de algunas, se incrementa la producción, o se reduce, todas estas variaciones hacen necesario que la auditoría energética se realice por lo menos una vez al año, lo que permitirá adaptarnos al cambio y descubrir nuevos potenciales, así como retroalimentarnos para hacer los ajustes necesarios en nuestro plan original de eficiencia energética y verificar que todo se esté cumpliendo según lo planificado el año anterior, o simplemente evaluarnos nuevamente para saber cómo hemos cambiado con respecto a la última auditoría realizada.

Estos son los beneficios reales que se pretenden lograr mediante una auditoria energética, ya que Lácteos San Sebastián está en expansión y resulta necesario alcanzar una mayor eficiencia en los equipos; como también la disminución de los costos totales de producción.

El estudio de una Auditoria Energética se está aplicando con éxitos a todas las empresas en las cuales desean mejorar su consumo de energía eléctrica y energía térmica. Por lo que las grandes empresas y las pequeñas PYMES, logran beneficios por la reducción de los costos energéticos mediante la optimización de los consumos energéticos, el aumento de la vida útil de los equipos, aumento de la competitividad, mejora la imagen corporativa por la contribución al cuidado del medio ambiente, acceso a ayudas públicas por la realización de estudios energéticos.

1.8 Información arquitectónica.

Esta sección presenta información sobre la arquitectura del edificio necesaria para hacer el balance térmico con el medio ambiente.

A continuación se detallan los parámetros básicos de la información arquitectónica:

Tabla 1 Información arquitectónica básica.

Superficie del edificio	575.8 m²	Altura total del edificio 5.1 m.
Cantidad de niveles: 1	Por encima del nivel de la carretera: 15 m Altura entre piso: 0	Por debajo del nivel de la calle: 0. Año de construcción: 10 años.
Superficie con calefacción: 0	Superficie con enfriamiento: 0	

1.9 Condiciones de operaciones.

En esta sección se documenta el siguiente elemento:

- Las horas de operación de la planta.

Se detalla este tema a continuación:

1.9.1 Horas de operación de la planta.

Es importante conocer el número de horas de operación de la planta para conseguir entender porque y donde se consume la energía eléctrica y térmica en la planta, por lo tanto, se recolectó información sobre el horario de operación. Se presenta esta información en la tabla a continuación:

Tabla 2 Horario anual de funcionamiento de la planta Lácteos San Sebastián.

Meses laborables al año	12
Días laborables a la semana 7	Turno de producción al día 1
Horas laborables al día 9	Días oficiales de asueto 0
Horas de funcionamiento al año 3,285	

1.10 Proceso de la elaboración de quesillo.

La materia prima (Leche), es recolectada por los diferentes ganaderos de la zona y llevada a la planta de acopio (Lácteos San Sebastián), desde muy tempranas horas de la mañana.

Recepción: El proceso de recepción³ de la leche da inicio (05:30am), hasta las (11:00 am), cada vez que llega un camión se le realiza una prueba de grado de acides⁴ para conocer la condición de la leche.

Selección de la leche: Si la leche pasa la prueba de grado de acides, se bombea pasándola por el intercambiador de calor⁵, el que permite bajar la temperatura de 32⁰C hasta 15⁰C, donde es almacenada en los tanques de refrigeración⁶, hasta llegar a 4⁰C⁷ temperatura idónea para ser recolectada por la empresa NILAC. Pero si el grado de acides no es el idóneo se pasa directamente a la planta de proceso donde se le agrega la pastilla de cuajo para la elaboración de cuajada⁸ que posteriormente se elaborara el quesillo.

Elaboración del quesillo: Obtenida la cuajada, se deposita en panas⁹ con capacidad de 12 kg, para empezar a cocer¹⁰ con un tiempo promedio de cocción de 12 minutos, agregándole una cucharada de sal. Luego se vuelve a depositar en las mismas panas y se almacena¹¹ en un cuarto a temperatura ambiente para el enfriamiento del quesillo.

Almacenamiento en cuarto frio¹². La empresa cuenta con un Thermo King, donde se almacenan las panas de quesillos a temperatura de 4⁰C.

Distribución: Una vez almacenadas las panas de quesillos, llega un camión refrigerado¹³ para la compra del producto.

³Ver Anexo A1 Recepción de la materia prima (Leche).

⁴Ver Anexo A2 Equipo de análisis para conocer el grado de acides de la Leche.

⁵Ver Anexo A3 Bombeo de la Leche pasando por el Intercambiador de Calor.

⁶Ver Anexo A4 Tanques de refrigeración para almacenamiento de la Leche.

⁷Anexo Tabla B1 Temperaturas de la leche en los tanques de refrigeración

⁸Ver Anexo A5 Obtención de cuajada, para el proceso del Quesillo.

⁹Ver Anexo A6 Colocación de la cuajada en panas con capacidad de 12 kg.

¹⁰Ver Anexo A7 Cocción del Quesillo.

¹¹Ver Anexo A8 Almacenamiento del Quesillo a temperatura ambiente.

¹²Ver Anexo A9 Almacenamiento del Quesillo en cuarto frio.

A continuación se presenta el flujograma de la elaboración del Quesillo:

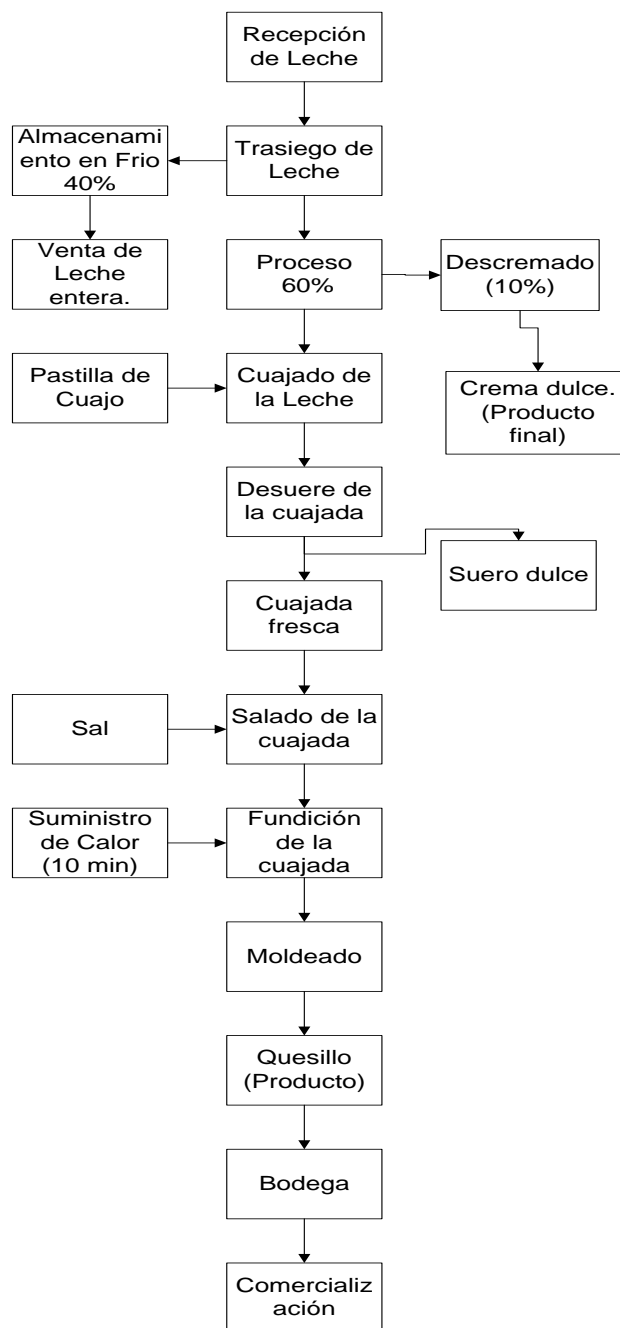


Fig. No 2Flujograma del proceso del quesillo

¹³Ver Anexo A10Transporte para la compra de quesillo.

Recursos que entran y salen del proceso.

Materia prima e insumo:

La materia prima principal es la leche; sin embargo se hace uso de otros materiales necesarios para el procesamiento del producto. Entre estos se encuentra la pastilla de cuajo y sal.

Existen otros insumos auxiliares al proceso como detergentes, reactivos químicos para desinfectar. Además las panas para el empaque del producto, escobas, papelería, guantes, etc.

Agua.

La empresa frecuentemente consume grandes cantidades de agua, y por ende descargan altos volúmenes de agua residual.

El uso del agua en las operaciones de lavado es de mucha importancia, para lo cual se tienen las siguientes observaciones:

Lavado de piso: Este lavado se hace con mangueras. Generalmente en la mayor parte de las industrias, estas no cuentan con reductores de flujo, esto conlleva a un consumo excesivo de agua.

Lavado de saneamiento: El lavado se realiza con solución desinfectante, agua y químicos como el hipoclorito de calcio, detergente para el lavado de pisos y mesas.

Limpiezas de camiones y barriles: Luego que los camiones han descargado la leche, estos proceden a retirarse fuera de la planta, para ser lavado evitando así creación de bacterias.

CAPITULO II

Fundamentos Teóricos.

Fundamentos teóricos.

Este capítulo, es importante porque describe los diferentes conceptos básicos empleados en refrigeración, además es necesario tener presente estos conceptos durante el trabajo monográfico. La teoría debe tenerse muy clara, para familiarizarse en los diferentes trabajos prácticos en el que a diario nos vemos involucrados.

2.1 Conceptos básicos de refrigeración.

Para poder comprender la operación de un sistema de refrigeración es necesario manejar ciertos conceptos teóricos y algunas leyes básicas de la termodinámica.

Por lo tanto, a continuación señalamos los conceptos más comunes y sus definiciones.

- 2.1.1 Refrigeración:** Extraer calor a un cuerpo por debajo de la temperatura ambiente y por encima del punto de congelación.
- 2.1.2 Refrigerante:** Sustancia que tiene como propiedad evaporarse a baja temperatura y bajas presiones.
- 2.1.3 Calor específico:** El calor específico de una sustancia se define como la cantidad de calor en Btu necesaria para hacer cambiar la temperatura de 1 libra de la sustancia a 1°F . El calor específico del agua es por lo tanto $1 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F}$ a 60°F , esta temperatura es consecuencia de la definición de Btu.
- 2.1.4 Presión (p):** Variable que indica la interacción molecular entre un cuerpo o el medio que lo rodea. También puede definirse como la relación entre las fuerzas aplicada por una unidad de superficie.
- 2.1.5 Temperatura (T):** Es una propiedad intrínseca de la materia. Esta indica el grado de presión térmica a la cual está sometida un cuerpo. Alta presión térmica corresponde a un cuerpo caliente y por lo tanto alta temperatura.

2.1.6 Entalpia (h): Es la propiedad de una sustancia, que indica la energía almacenada debido a la temperatura y la presión; se le conoce asimismo, como el contenido de calor.

2.1.7 Entropía(s): Es una medida del desorden energético que posee un cuerpo, teóricamente representa la energía total transferida al material por grado de temperatura para llevar el material a su condición de energía real desde un punto de referencia seleccionado arbitrariamente.

2.1.8 Líquido saturado: Se encuentra en condiciones de presión y temperatura de saturación.

2.1.9 Líquido sub-enfriado: Se encuentra en condiciones de temperatura o presiones inferiores a las condiciones de saturación.

2.1.10 Vapor saturado: Se encuentra en las condiciones de temperatura y presión de saturación.

2.1.11 Vapor sobre calentado: Se encuentra en las condiciones de temperaturas o presión superior a la de saturación.

2.1.12 Btu: Unidad fundamental del calor (British Thermal Unit). Equivale a la cantidad de calor que es necesario añadir o tomar de una libra (1kilo) de agua, para cambiar su temperatura de 1°F a 59°F. A mayor cantidad de calor más Btu y viceversa¹⁴.

2.2 Ciclos de refrigeración.

De manera general abordare como trabaja un ciclo real de refrigeración, el cual nos auxiliaremos del ciclo ideal de refrigeración.

2.2.1 Ciclo ideal.

Para el estudio de un ciclo ideal de refrigeración se supone que el líquido que sale del condensador es saturado, y que el gas que regresa al compresor, también lo es.

¹⁴Mycom, Refrigeración (Principios, Diseños y Aplicaciones), 1998, PP.10-11.

A pesar de que en la realidad los ciclos no son ideales, su alejamiento de estas condiciones no es tan grande como para obviar su estudio.

Un ciclo ideal está formado por cuatro etapas fundamentales. (Ver Fig. N°3)

1. Isentrópico adiabático (Compresión).
2. Isotérmico isobárico (Condensación).
3. Isentálpico adiabático (Expansión).
4. Isotérmico isobárico (Evaporización).

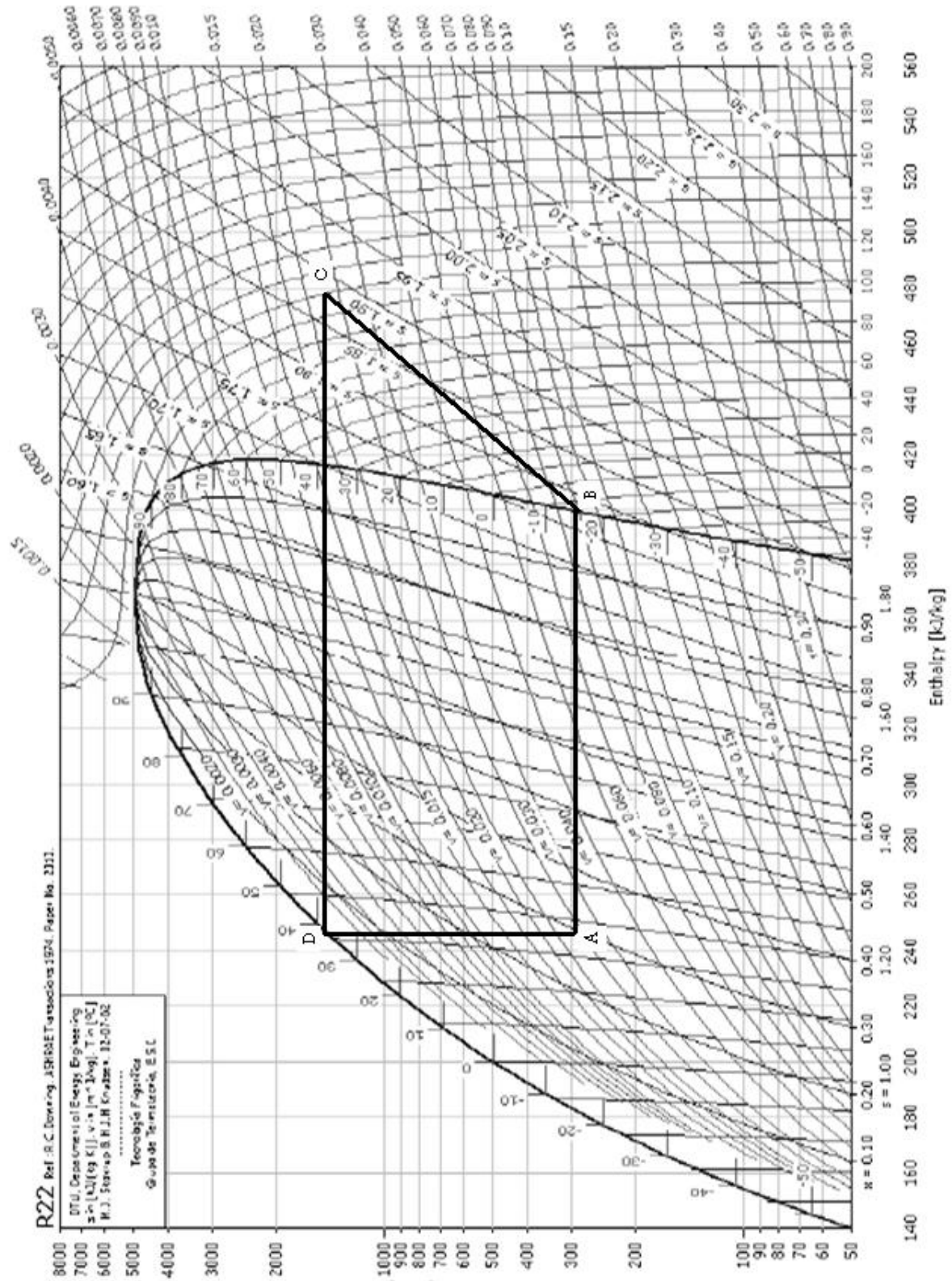


Fig. No 3 Ciclo Ideal de Refrigeración

1 Isentrópico adiabático(Compresión)

En el estudio del ciclo ideal se supone que el refrigerante no cambia sus condiciones mientras fluye por las tuberías de succión desde del evaporador hasta la entrada del compresor. El proceso de compresión se realiza desde los puntos B-C y es realizado por el compresor. Este proceso se supone idealmente isentrópico y libre de fricción, por lo tanto, el punto B se puede encontrar fácilmente interceptando en la gráfica, la línea de entropía con la presión de condensación. Este proceso se efectúa a entropía constante.

2 Isotérmico isobárico(Condensación)

En esta etapa, el gas proveniente del compresor en estado de gas sobrecalentado, es condensado llevando su condición hasta líquidos saturados. Se supone que en esta etapa no existe caída de presión en el serpentín del condensador. Este proceso se realiza a presión constante. El proceso de condensación se realiza desde los puntos C-D.

3 Isentálpico adiabático (Expansión)

Mediante el proceso de expansión se reduce la presión del refrigerante líquido desde la condensación hasta la evaporación. Por lo tanto, la temperatura del refrigerante disminuye en esos mismos puntos antes mencionados. Este proceso se realiza a entalpía constante. Este proceso de expansión se realiza desde los puntos D-A.

4 Isotérmico isobárico(Evaporación)

El refrigerante líquido capta el calor del ambiente o del producto al que se está reduciendo la temperatura, produciendo de este modo, el cambio de estado del refrigerante (líquido a vapor). Se supone que al final se obtendrá vapor saturado. Este proceso de evaporación se ejecuta desde los puntos A-B¹⁵.

¹⁵Sabroe, instalaciones frigoríficas, 1990, PP. 3-5

2.2.2 Ciclo real de refrigeración.

En síntesis, los ciclos reales están formados por los mismos componentes y etapas a como en el ciclo ideal solo que deberán tomarse en cuenta otras consideraciones por su estudio los cuales difieren de las del ciclo ideal. Las variantes a considerar son:

- a) Sobrecalentamiento y sub-enfriamiento del refrigerante.
- b) Caída de presión en la tuberías del sistema y sus accesorios.
- c) Eficiencia de los equipos componentes del sistema.
- d) Caída de presión en los equipos componentes del sistema a saber:
 - d.1 Caída de presión en el serpentín del evaporador.
 - d.2 Caída de presión en el serpentín del condensador.

Todos los factores nombrados anteriormente, se deberán considerar para obtener un buen diseño y una operación eficiente. Esta no dependerá solamente de un buen diseño, sino que también de la eficiencia de los equipos que componen el sistema, además de las modificaciones que se le puedan incluir.

2.3 Componentes básicos de un sistema de refrigeración.

1. Evaporador: La función del evaporador como su nombre lo indica es la de hacer evaporar el refrigerante, mediante la extracción de calor del producto o por un medio refrigerante que pueda ser aire o agua. Existe dos tipos de evaporadores más conocidos y utilizados: De expansión directa e inundado.

2. Compresores: La función del compresor es tomar el refrigerante en estado gaseoso y llevarlo del nivel de baja presión de evaporación hasta el de alta presión de condensación. Este se logra de varias maneras clasificándose a los compresores de acuerdo a varios mecanismos.

Tipos de compresores.(Recíprocante, Rotatorio, Centrífugo).

- **Compresor recíprocante:** Este es uno de los compresores más usados para refrigeración. Es ampliamente utilizado en uso doméstico, en refrigeración comercial y en grandes sistemas industriales.
- **Compresor rotatorio:** Este tipo de compresor no es de uso tan generalizado como el recíprocante, pero llega a encontrarse en algunas aplicaciones de refrigeración industrial de baja temperatura, albergando su mayor aplicación en sistemas pequeños de uso comercial y domésticos.

También puede emplear cualquier tipo de refrigerante según su diseño y suelen ser muy silencioso en comparación con los compresores recíprocante que son realmente ruidosos.

- **Compresor centrífugo:** Esta clase de compresor es muy semejante al principio de operación de una bomba centrífuga, y de hecho posee uno o más impulsores muy similares.

La sencillez de su diseño y operación permite obtener aportación de grandes flujos de aire a bajas presiones, apto para aplicaciones variadas desde el simple soplado de aire hasta su uso como bombas de vacío

2.4 Máquina de hielo.

La función de la máquina de hielo, es evaporar el líquido refrigerante congelándose el agua que esta alrededor de está produciéndose así el hielo en términos de 24 horas de trabajo. Existen tres tipos de máquinas de hielos las cuales son:

- a) Máquina de Hielo en Escarcha o Evaporador de Tambor.
- b) Máquina de Hielo Tubular o Evaporador de Casco y Tubo para hacer Hielo.
- c) Máquina de Hielo de Placas o Evaporador de Placas usados para hacer Hielo.

Máquina de hielo de placas o evaporador de placas usados para hacer hielo¹⁶: Utilizada en la planta Lácteos San Sebastián la cual está provista de un serpentín formado por placas de acero de 1/4" de pulgada. Esta máquina se encuentra deteriorada por sus 10 años de operación y no cubre con la demanda de enfriamiento de los 6 tanques, por tal razón la empresa enciende la torre de enfriamiento por 3 horas.

2.5 Torre de enfriamiento.

Es una máquina capaz de enfriar eficientemente grandes volúmenes de agua, poniéndola en contacto con aire atmosférico. Un pequeño porcentaje de agua es evaporado, expulsando consigo el calor a la atmósfera, como aire caliente y húmedo. La temperatura del agua desciende hacia el límite llamado temperatura húmeda, designada en inglés WBT, y en español, TH.

2.5.1 Tipos de torres de enfriamiento.

Existen varios tipos de torres: la primera son las atmosféricas, voluminosas y de bajo rendimiento, provista de ventiladores o motor. La segunda, de tiro mecánico, provistas de ventiladores y motores, son las más comunes y pueden ser de tiros forzados (con ventiladores inyectando aire de su parte baja), o de tiro inducido (con los ventiladores expulsando aire en su parte alta). Y la tercera son las hiperbólicas, de tamaño gigantesco se han usado en plantas de energía nuclear.

En la planta Lácteos San Sebastián el tipo de torre¹⁷ utilizada es de tiro inducido, esta torre es utilizada en un periodo de 3 horas, ya que la capacidad de la máquina de hielo no cubre satisfactoriamente el enfriamiento de la leche, la torre de enfriamiento trabaja desde las 11:00am-02:00pm, donde la temperatura de la leche almacenadas en los tanques llega a mantenerse hasta 4°C, lista para ser retirada por el camión de la empresa NILAC.

¹⁶ Ver anexo A11 Máquina de Hielo utilizada en Lácteos San Sebastián.

¹⁷ Ver anexo A12. Torre de enfriamiento utilizada en Lácteos San Sebastián.

2.6 Intercambiador de calor.

Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

2.6.1 Clasificación de los intercambiadores de calor.

Los intercambiadores de calor pueden clasificarse según su diseño.

- **Intercambiadores de contacto directo:** Son aquellos dispositivos en los que los fluidos sufren una mezcla física completa.
- **Intercambiadores de contacto indirecto:**

Alternativos: Ambos fluidos reconocen un mismo espacio de forma alternada, la mezcla entre los fluidos es despreciable.

De superficie: Son equipos en los que la transferencia de calor se realiza a través de una superficie, cilíndrica o plana, sin permitir el contacto directo. Este es el utilizado por Lácteos San Sebastián¹⁸.

2.7 Transmisión de calor.

Calor: En termodinámica se define como la energía que se transfiere debido a gradientes o diferencias de temperaturas.

La transmisión de calor se presenta en tres formas físicas distintas:

- **Conducción.**
- **Convección.**
- **Radiación.**

¹⁸ Ver anexo A13. Intercambiador de calor de placa rectangular, usado en Lácteos San Sebastián.

Conducción: Es el calor que se transfiere como producto de fenómenos variados tales como: las colisiones moleculares en los gases, las vibraciones en la red de los cristales y el flujo de electrones libres en los metales.

Convección: Es el término que se usa para describir la transferencia de calor de una superficie a un fluido en movimiento.

Radiación: Es la transmisión de calor sin contacto de los cuerpos, el calor se transmite en este caso por ondas electromagnéticas como en función de fotones.

Potencia calorífica: Representa la cantidad de calor que fluye a través de un medio en la unidad de tiempo.

Coefficiente de conductividad térmica: Es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano paralelas y de espesor, cuando se establece una diferencia de temperaturas de un grado entre sus caras. La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material y su símbolo es K

Coefficiente superficial de transferencia de calor: Es la transmisión térmica por unidad de área hacia o desde una superficie en contacto con aire u otro fluido, debido a la convección, conducción y radiación, dividida por la diferencia de temperatura entre la superficie del material y la temperatura seca del fluido.

Este valor depende de muchos factores tales como el movimiento del aire u otros fluidos, las rugosidades de las superficies y la naturaleza y temperaturas del ambiente, su símbolo es h .

Coefficiente de transmisión de calor: Considerando un cerramiento con caras isotermas que separa dos ambientes, también isotermos, el coeficiente total de transmisión térmica es el flujo de calor por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes, su símbolo es U

Ecuaciones de transferencia de Calor:

Potencia Calorífica:

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

U = coeficiente de transmisión de Calor.

A = área de transmisión.

ΔT = diferencia de temperaturas entre la pared interna y del ambiente

Coeficiente total de transmisión de calor a través de una tubería con aislamiento:

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{2\pi r_1 L h_{c,1}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_a L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi K_b L} + \frac{1}{2\pi r_3 L (h_{c,0} + h_{r,0})}$$

$h_{c,1}$ = coeficiente convectivo del fluido interno.

r_1 = radio interno de la tubería

r_2 = radio externo de la tubería

r_3 = radio exterior del aislante

K_a = coeficiente de conductividad de tubería

K_b = coeficiente de conductividad del aislante

$h_{c,0}$ = coeficiente convectivo del fluido exterior

$h_{r,0}$ = coeficiente radiactivo

L = longitud de tubería

2.8 Energía.

La energía eléctrica se utiliza en las operaciones de las máquinas eléctricas tales como: bombas, máquina de hielo, torre de enfriamiento, ventilación e iluminación. El uso de energía en la refrigeración es importante para garantizar la alta calidad del producto. Por lo cual se describe algunos conceptos fundamentales:

Regulación de voltaje: Los artefactos que utilizan la energía eléctrica están diseñados para operar a un voltaje específico, su funcionamiento será satisfactorio siempre que el voltaje aplicado no varié más allá de ciertos límites.

Control de frecuencia: Los sistemas de energía eléctrica operan con ondas de una frecuencia (ciclo/segundo) determinada dentro de cierta tolerancia.

Desbalance de voltaje: En la generación y transmisión de la energía eléctrica hoy día, se hace en tres fases. De esta manera se generan tres voltajes de la misma magnitud desfasado 120° en el tiempo, lo que constituye un sistema equilibrado.

Tableros: Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

Motores: Los motores de tipo de jaula de ardilla o de inducción (que son los que se encuentran más comúnmente en las instalaciones) son motores eléctricos asíncronos, es decir, su velocidad varía con la aplicación de carga y es siempre menor a la del síncrono. Estos motores son económicos pero tienen la desventaja de requerir una corriente muy alta en el momento del arranque (6 a 7 veces la plena carga nominal).

Carga o potencia aislada: Es la sumatoria de los consumos nominales de cada elemento consumidor según sus datos de placa.

Demanda máxima: Es la carga o potencia máxima que podría ocurrir en una instalación.

Factor de carga: Es el cociente de la potencia o demanda máxima entre la potencia (carga instalada)

Electricidad: Son los electrones en movimiento, algunos tipos de materiales están compuestos por átomos que pierden fácilmente sus electrones y estos pueden fácilmente pasar de un átomo a otro, Así cuando estos se mueven entre los átomos de la materia se crea una corriente de electricidad.

Eficiencia de los motores eléctricos: La eficiencia o rendimiento se puede definir como el cociente entre la potencia mecánica de salida del motor y la potencia eléctrica entregada al mismo, siendo las pérdidas la diferencia entre la potencia eléctrica y la mecánica.

Ciclo de trabajo del motor de combustión interna: Es el conjunto de todos los procesos (admisión, compresión, expansión y escape) sucesivos que se repiten cíclicamente en cada cilindro y que determina el funcionamiento del motor.

Factor de potencia: Cuando una empresa opera con un bajo factor de potencia, además del recargo que tiene que pagar en la facturación eléctrica, tiene otras implicaciones de igual o mayor magnitud, particularmente en el tamaño de sus equipos de transformación y distribución (cableado) de la instalación eléctrica, y con el uso eficiente de la energía eléctrica.

El factor de potencia no es un problema nuevo, es un problema siempre presente en las instalaciones eléctricas ya sean: industriales, comerciales y/o de servicios.

Para el correcto entendimiento se presentan a continuación algunas definiciones que serán de utilidad.

Potencia Activa: Es la energía que es realmente aprovechable para realizar alguna función útil, las unidades en la que se expresa son watts (W), o múltiplo de esta (kW; MW), su formulación es:

$$P = VI \cos \Theta \quad \text{Monofásico}$$

$$P = \sqrt{3}VI \cos \Theta \quad \text{Trifásico}$$

Donde: P = potencia activa, (watts).

V = voltaje de la línea, (V).

I = corriente en la línea(A).

Cos Θ = factor de potencia (Fp).

Potencia reactiva (Q=kVAR): Es la energía necesaria para mantener un campo electromagnético, esta energía es útil donde el campo electromagnético es necesario para generar movimiento, para inducir corriente, en los transformadores y en los balastos de las lámparas, disminuyendo o aumentando el voltaje, las unidades en las que se expresa generalmente corresponden a Volts Amperes Reactivos (VAR), que denominaremos Q.

Potencia aparente(S=KVA): Es la energía que corresponde a la suma vectorial de la potencia activa y reactiva, es el producto de la corriente y tensión de la línea, las unidades en la que se expresa son VA, y su formulación es:

$$P = VI \quad \text{Monofásico}$$

$$P = \sqrt{3}VI \quad \text{Trifásico}$$

Donde:

P = potencia activa, (watts).

V = voltaje de la línea, V.

I=corriente en la línea (A).

Tipos básicos de Consumidores

Consumidores Óhmicos (resistivo puro): a las máquinas o consumidores que no necesitan potencia reactiva para funcionar se les conoce como consumidores óhmicos o resistivos puros; por ejemplo: planchas, bombillos incandescentes, tostadores, percoladoras, etc.

Nótese que la formulación de la potencia aparente es semejante a la de potencia activa a excepción que no aparece $\cos \Theta$, o sea que es igual a que $F_p=1$, estas potencias son iguales en el caso de tener conectado cualquier componente consumidor de energía eléctrica resistivo puro.

Consumidores inductivos: A las máquinas o consumidores que necesitan un campo electromagnético para funcionar, llámense motores o transformadores, reciben el nombre de consumidores inductivos; estos consumidores necesitan para funcionar, además de la potencia activa, una potencia reactiva. Ejemplo de estos consumidores son: motores eléctricos de inducción, transformadores, balastos electromagnéticos, equipos auxiliares de computación, etc.

Representación del factor de potencia Por definición, el factor de potencia en circuitos de corriente alterna está determinado por el cociente de la potencia activa entre la potencia aparente:

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{(kW)}{(kVA)}$$

Donde:

FP = factor de potencia.

P = potencia activa.

S = potencia aparente.

Triángulo de potencias: El triángulo de potencias consiste en tres valores potencia aparente, kVA; potencia activa, kW y potencia reactiva, kVAR; arreglados en un triángulo rectángulo:



$$\cos \theta = kW/kVA$$

Fig. No 4 Triangulo de potencias.

Donde el ángulo θ formado entre potencia aparente (kVA), potencia activa (kW), se puede determinar de la siguiente forma:

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{(kW)}{(kVA)}$$

Y de la función básica de trigonometría para los triángulos rectángulos:

$\cos\theta$ =Cateto adyacente/Hipotenusa.

Por lo tanto, tenemos que:

$$\cos \theta = FP = \frac{P}{S} = \frac{(kW)}{(kVA)}$$

Donde S cumple con la siguiente relación de Pitágoras de los triángulos rectángulos:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Donde:

S = potencia aparente;

P = potencia activa

Q = potencia reactiva.

Recordemos que los parámetros que mide la compañía suministradora son: potencia activa y potencia reactiva

Es decir, se trata de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente, que se puede expresar también en función de la potencia reactiva según la siguiente expresión.

Como se puede ya interpretar, el valor ideal del factor de potencia es la unidad, ya que implica que no existen pérdidas o que toda la energía consumida ha sido transformada en trabajo. A medida que el ángulo sea menor, se reduce la potencia reactiva hasta alcanzar un punto en que dicho ángulo sea cero grados, la potencia reactiva será entonces igual a cero.

Generador de combustión interna: Es una máquina térmica que transforma la energía química del combustible en energía mecánica y esta a su vez en energía eléctrica, tal proceso se efectúa al inyectar aire y combustible dentro de una cámara de combustión de un pistón acoplado al eje de un generador eléctrico.

Compensación por bajo factor de potencia: Para una potencia constante, la cantidad de corriente de la red se incrementa a medida que el factor de potencia disminuye; por ejemplo, con un factor de potencia igual a 0.5, la cantidad de corriente para la carga será dos veces la corriente útil, en cambio para un factor de potencia igual a 0.9, la cantidad de corriente será de 10% más alta que la corriente útil.

Esto significa que a bajos factores de potencia los transformadores y cables de distribución pueden sobrecargarse, y que las pérdidas en ellos se incrementarán (en proporción con el cuadrado de la corriente), afectando a la red tanto en el alto como en el bajo voltaje. A continuación se muestra el diagrama fasorial de la corriente en un transformador eléctrico.

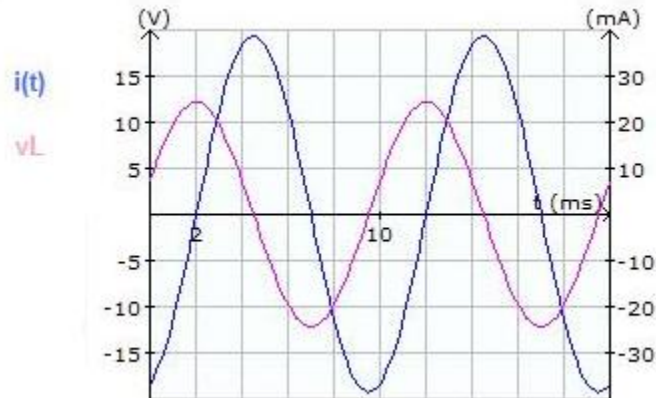


Fig. No 5 Diagrama fasorial de la corriente

Para entender este efecto conviene ver que la corriente que circula en los conductores puede descomponerse matemáticamente en dos componentes:

- Una que coincide con la potencia útil o activa
- Otra que coincide con la potencia reactiva.

Es decir:

Por lo tanto el factor de potencia, resulta:

=====

Donde:

I = corriente total.

I_A = componente activa de la corriente (en fase con el voltaje).

I_R = componente reactiva atrasada 90° con respecto al voltaje.

El factor de potencia disminuye o aumenta de acuerdo con la función coseno del ángulo de fase. Si se tiene una carga donde el desfaseamiento de la corriente (atrasada) con respecto al voltaje es muy cercano a 90°, el factor será muy cercano a cero y la componente reactiva de la corriente será grande comparado con la componente activa.

Otros factores que afectan un bajo factor de potencia se deben principalmente por los siguientes puntos:

1. Aumento de las pérdidas por efecto Joule (calentamiento), las cuales son en función del cuadrado de la corriente, y se manifestarán en:
 - Los cables entre medidor y el usuario
 - Los embobinados de los transformadores de distribución
 - Dispositivos de operación y protección.
2. Incremento de la potencia aparente, con lo que se reduce la capacidad de carga instalada. Esto es importante en el caso de los transformadores de distribución.
3. Estas pérdidas afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica, por lo que se penaliza al usuario.

La fórmula para calcular la potencia eléctrica medida en kW viene expresada de la siguiente manera:

$$P = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi}{1000}$$

2.8.1 Luminotecnia.

En la actualidad, los centros laborales y lugares en que vivimos o nos encontramos, son algo más que un mero lugar de trabajo u ocio, son entornos en los que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el diseñado de iluminación. Por lo tanto se exige que las decisiones tomadas en una instalación de iluminación sean parte de un conjunto

de soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales.

Intensidad luminosa: Nos indica la intensidad de una radiación luminosa en una determinada dirección.

Flujo luminoso: Es la totalidad de la potencia luminosa emitida por una fuente de luz en todas direcciones.

Lux: Es la unidad de medida de la iluminación también llamada iluminancia.

Lámparas fluorescentes.

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 nm. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara.

En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios. De la combinación de estos tres colores se obtienen una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.

Las lámparas fluorescentes se caracterizan por carecer de ampolla exterior, están formadas por un tubo de diámetro normalizado, generalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente. Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.

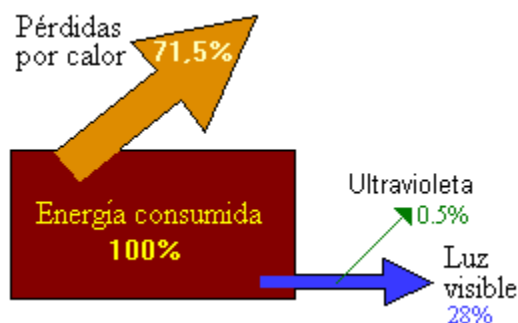


Fig. No 6 Balance energético de una lámpara fluorescente.

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos se incrementa con el número de encendidos. Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

2.9 El transformador de potencia.

El transformador de potencia, es el corazón de toda instalación eléctrica, desde él se “bombea” la energía eléctrica a la tensión nominal de servicio. Su estado de conservación y operación resulta en extremo importante.

Definición.

Un transformador es una máquina electromagnética estática, diseñada para la transferencia de energía de un circuito primario de corriente alterna a un circuito secundario con la misma frecuencia, cambiando algunos parámetros como corrientes, tensiones, desfaseamiento, etc. No existe unión eléctrica entre el devanado primario y el secundario, sólo un enlace magnético.

2.9.1 Clasificación de transformadores por su enfriamiento.

Los transformadores desde el punto de vista del medio refrigerante se pueden dividir en dos grupos:

- Transformadores con aislamiento en seco.
- Transformadores con aislamiento en aceite.

Los transformadores en seco tienen los devanados y núcleo en contacto directo con un medio aislante gaseoso (por lo general aire) o bien con algún medio aislante sólido como por ejemplo resinas, materiales plásticos, e incluso papel. Estas máquinas por lo general se construyen para potencias hasta de algunos kVA y con tensiones de distribución, por lo que su empleo es reducido a los servicios auxiliares de algunas otras instalaciones o como parte integrante de las instalaciones secundarias industriales o comerciales.

Los transformadores en aceite tienen en cambio su parte activa (devanados y arrollamientos) sumergida en aceite mineral para la refrigeración y aislamiento.

Son los más utilizados, debido a las buenas características dieléctricas y el buen comportamiento que representan frente a las sobrecargas. Por lo que en estas máquinas de hecho no se tienen limitaciones ni en la potencia ni en las tensiones ya que es muy común encontrar transformadores hasta de 400 MVA y con tensiones del orden de 500 kV y en algunos casos con valores superiores de potencia y tensión como las usados en las redes eléctricas de Estados Unidos, Rusia y Canadá, solo por mencionar algunos casos.

El aspecto del medio de enfriamiento es tan importante que existe una clasificación de los transformadores con relación a esto y que están referidas a las recomendadas por la Comisión Internacional de Electrotecnia como sigue:

- Transformadores en Aceite.
- Circulación natural del aceite y del aire (tipo OA).
- Circulación natural del aceite y aire auxiliado por circulación forzada del aire con ventiladores en los tubos radiadores (OA/FA).
- Circulación forzada del aceite y circulación natural del aire (OA/FA).
- Circulación natural por agua a través de un serpentín (OW).

Un aspecto importante a considerar con respecto al medio de enfriamiento de los transformadores es que la disposición de calor por convección que resulta la más importante en los equipos eléctricos, disminuye con la altitud es decir que a mayor altura de operación sobre el nivel del mar, debido a la variación en la densidad del aire la disipación del calor se hace menos efectiva por lo que es común que los fabricantes de transformadores los diseñen para disipar la temperatura en forma normal hasta una altitud de 1,000 metros sobre el nivel del mar.

2.9.2 Funcionamiento de un transformador.

La función de un transformador conectado entre dos sistemas trifásicos se presenta en la siguiente figura:

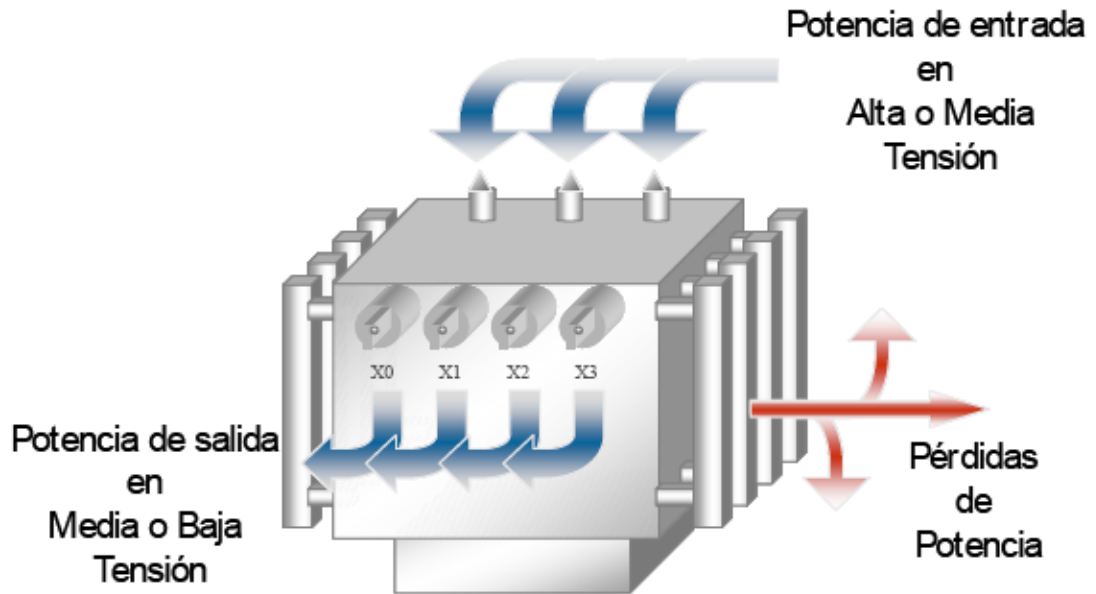


Fig. No 7 Diagrama esquemático conexión de un transformador.

El transformador transmite la potencia P_1 a una tensión V_1 , a otro sistema con una tensión V_2 . En el caso de la potencia a través del transformador se producen unas pérdidas de potencia, que hacen que a la salida llegue una potencia P_2 menor que la potencia de entrada P_1 .

La eficiencia η se determina mediante la siguiente expresión:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

Los transformadores presentan eficiencias bastante elevadas, superiores a los obtenidos en las máquinas rotatorias, como son motores y generadores.

Tabla 3 Eficiencia típica de transformadores.

Potencia Nominal [kVA]	Eficiencia
10-1,000	96-99%
10,000-100,000	99%

2.10 Calidad de energía.

El suministro de energía eléctrica, es uno de los principales servicios en las sociedades modernas para soporte de la vida cotidiana, los consumidores de electricidad han tomado poco a poco conciencia de la necesidad de contar con un servicio de alto nivel en términos de calidad en la tensión proporcionada por las compañías suministradoras.

2.10.1 Parámetros que influyen en el concepto de calidad de energía.

- Confiabilidad del servicio.
- Desviaciones de la frecuencia.
- Desviaciones y fluctuaciones de tensión.
- Desviaciones de la tensión nominal o de trabajo.
- Fluctuaciones rápidas de la tensión.
- Modulaciones de las ondas de tensión.
- Sobretensiones
- Distorsión de la onda de tensión y corriente.
- Asimetría de las tensiones trifásicas.

2.10.2 Equipos y métodos de control de la calidad de energía.

Hay un número de soluciones que individuales o combinadas, pueden reducir significativamente el riesgo de problemas con armónicas y otras perturbaciones que degradan la calidad de la energía, de los cuales se detallan a continuación:

- Para transitorios:
 - Supresores de impulso de tensión (SURGE).
- Para interrupciones:
 - Fuentes interrumpibles de energía (UPS).
- Para armónicos:
 - Filtros pasivos y activos.
 - Transformadores de aislamiento y con fase desplazada.
 - Conductores de mayor tamaño (área de sección transversal).

2.10.3 Parámetros de eficiencia

Para determinar los parámetros de eficiencia en distintas áreas es necesario conocer los siguientes datos:

- Cantidad de energía generada mensualmente.
- Consumo de diesel mensualmente.
- Demanda máxima.
- Total de horas de servicio del generador eléctrico.
- Capacidad instalada.
- Costo del kWh.
- Total de libras del producto procesado.
- Volumen del cuarto frío.

Con los datos anteriores determinamos los parámetros de generación de energía:

Factor de carga = **generación bruta/ demanda máxima x horas del período.**

Factor de utilización = **demanda máxima/ capacidad Instalada.**

Factor de disponibilidad = **(horas del período – horas fuera de servicio)/ horas del período.**

Rendimiento = **generación bruta/ consumo de combustible.**

Planta de proceso

Los datos requeridos de la planta de proceso se muestran a continuación:

- Total de libras procesada
- Total de GLP consumido en el proceso.

Refrigeración.

Los datos requeridos en la máquina de hielo y refrigeración son:

- Total de hora de trabajo de la máquina de hielo.
- Volumen del cuarto frío.

Parámetros de rendimiento de utilización de recursos.

Factor de utilización = **BTU/ kWh.**

Rendimiento por producto = **BTU/ Total de libras de producto procesado.**

CAPITULO III

Análisis del consumo Energético.

Análisis del consumo energético.

En esta sección, se presenta los consumos de energía más relevante en la planta. Este valor de consumo va a permitir hacer la calibración y el cálculo del balance energético.

A continuación se presenta los siguientes puntos a evaluar:

- Características de la tarifa contratada por la empresa.
- Una introducción sobre los tipos de energías usados en la planta Lácteos San Sebastián.
- Una evaluación del medidor encontrado en la planta.
- Gráficas sobre los consumos energéticos.

Se detalla estos temas a continuación:

3.1 Características de la tarifa contratada por la empresa.

Lácteos San Sebastián, consume energía eléctrica suministrada por la empresa distribuidora UNION FENOSA, la cual es utilizada para el funcionamiento de equipos e iluminación. Se consume en promedio 146,828 kWh/año, los cuales tienen un costo de USD19,638.39 anual.

Tabla 4 Tipo de tarifa y costo de la energía¹⁹.

Medidor	Tarifa	Criterios de clasificación	Código tarifa	Consumos	Energía (C\$/kWh)
08902174	Industrial mediana	Carga contratada hasta 25 KW hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.).	T-4	Tarifa Monomí a todo los kWh	3.0353

El análisis de energía se realizó basándose en un período de facturación a partir del mes de septiembre de 2008 a septiembre 2009.

¹⁹Ver Anexo A14 Pliego tarifario Lácteos San Sebastián.

3.2 Introducción sobre el tipo de energía.

Los tipos de energía usados en la planta Lácteos San Sebastián son:

- Electricidad auto-generada²⁰ (Cuando no hay abastecimiento de electricidad por parte de UNION FENOSA).
- Electricidad comprada a la empresa UNIÓN FENOSA
- Diesel (Petróleo).
- Gas licuado de petróleo (GLP).

Sobre esta lista se observa lo siguiente:

- La electricidad auto-generada es producto de un generador marca OLYMPIAN GEP 100, utilizado en casos donde la electricidad suministrada por UNION FENOSA, está fuera de servicio.
- La electricidad comprada a UNIÓN FENOSA es de voltaje 220 monofásico, en tarifa T4.
- El diesel usado (para el cuarto frio y a veces, para el generador), es comprado en un centro de distribución en el centro Acoyapa.
- Gas licuado de petróleo (GLP), comprado a la empresa TROPIGAS.

3.3 Evaluación del medidor.

Existen en la planta los medidores siguientes:

- Medidor de electricidad
- Medidor de agua
- Medidor de GLP

Sobre estos medidores se tiene los siguientes comentarios:

- La empresa cuenta con un medidor de energía eléctrica con numeración 08902174, el cual se encuentra ubicado a la entrada de la planta.

²⁰La empresa no lleva registro del consumo de combustible de la planta.

- El medidor de energía eléctrica es suministrado por la empresa UNION FENOSA, ésta empresa realiza una lectura cada mes para extender la factura de cobro.
- También cuenta con un medidor de agua, con el propósito de llevar monitoreo del consumo del agua.
- Se cuenta con un tanque de gas licuado de petróleo con una capacidad de 156 galones, el cual tiene un medidor de porcentaje del volumen de gas ocupado, donde la empresa lleva control de su gasto diario para la elaboración del quesillo.

3.4 Los consumos energéticos.

En esta parte del informe, se presenta y se comenta varias figuras que muestra la evaluación y situación del consumo energético en la planta Lácteos San Sebastián.

A continuación se presenta el gasto de consumo de electricidad mensual de Lácteos San Sebastián.

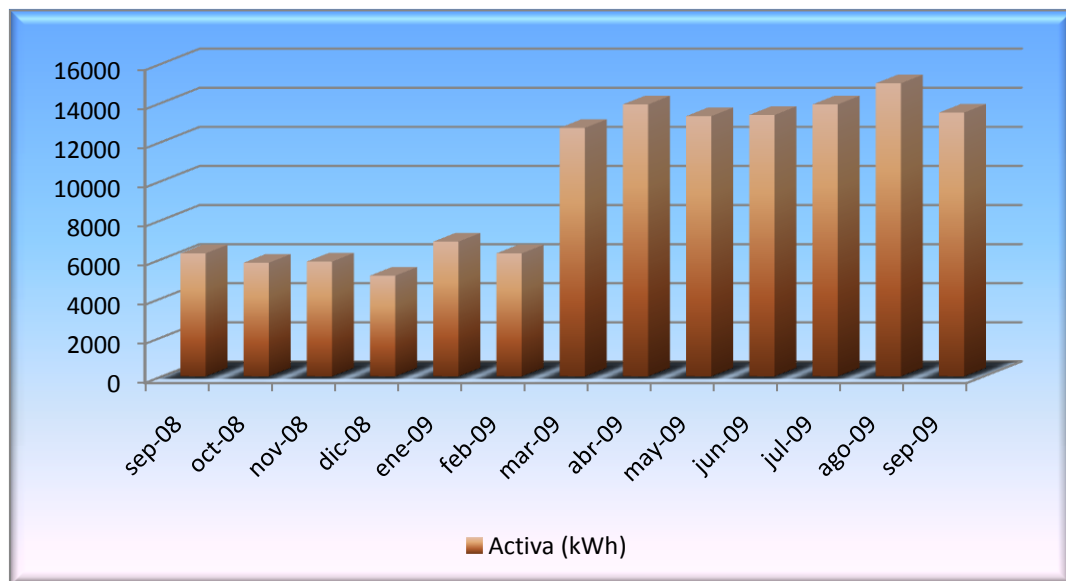


Fig. No 8 Consumo eléctrico de Lácteos San Sebastián.

De la gráfica se observa lo siguiente:

- Se observa un incremento a partir de marzo 2009 del 49%, debido que el medidor que existía anteriormente se encontraba en mal estado, dando una energía no registrada.
- En el período de marzo a octubre el comportamiento de consumo no varía mucho, esto depende de la cantidad que se acopia de leche, ya que los volúmenes son los mismos.
- Este tipo de consumo eléctrico genera indicadores de control de consumo de energía, que incluye el consumo eléctrico vs el producto procesado.

Se presenta el consumo diario de gas licuado de petróleo en la figura siguiente.

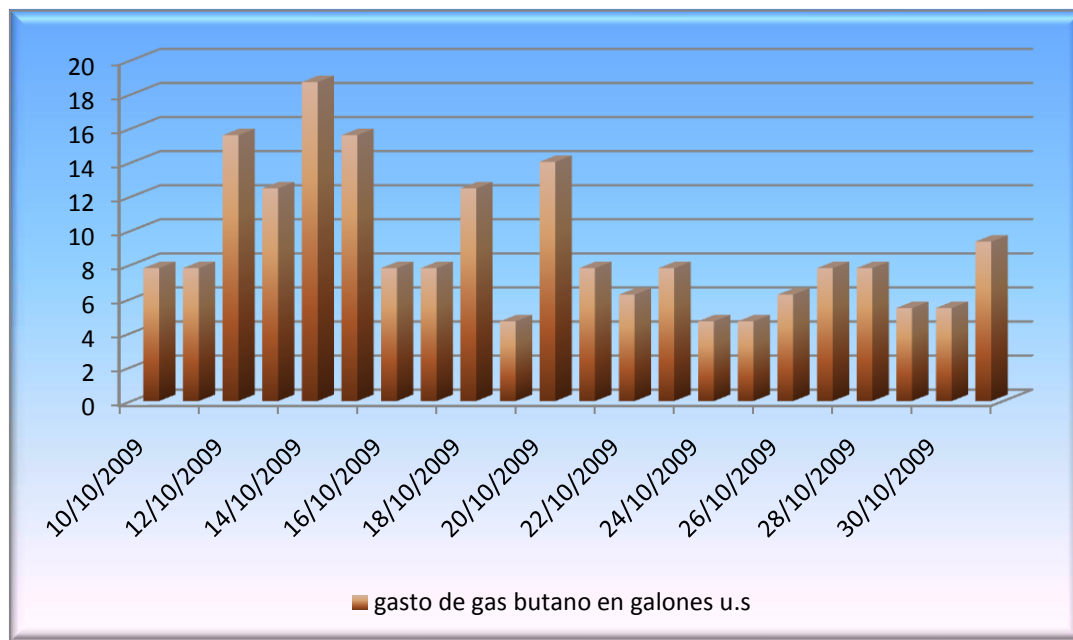


Fig. No 9 Consumo diario de gas licuado en Lácteos San Sebastián.

En la figura se observa lo siguiente:

- El comportamiento del consumo del Gas Licuado del Petróleo(GLP) es muy variable, debido al volumen de leche que se acopia y a la inadecuada práctica operativa en la cocción del quesillo.

Se presenta el consumo mensual de diesel el cual es usado para la operación del Thermo King en la figura siguiente:

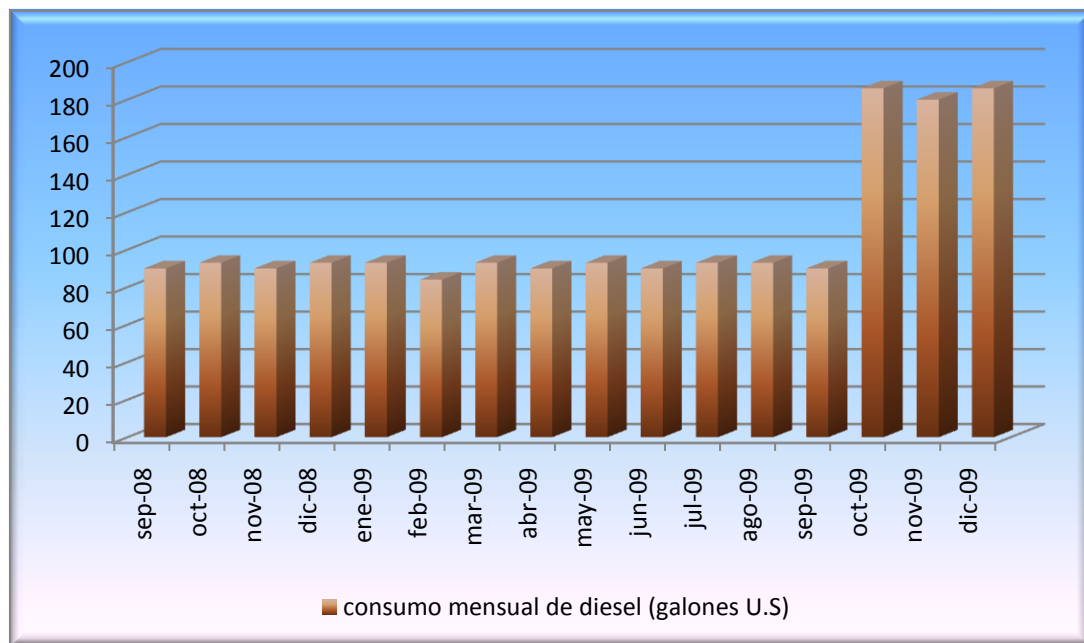


Fig. No 10 Consumo mensual de Diesel en Lácteos San Sebastián.

En la figura se observa lo siguiente:

- De septiembre del 2008 a septiembre 2009, el consumo de diesel era de 3 galones diarios. A partir de octubre 2009, el consumo se duplicó a 6 galones diarios debido a que el Thermo King trabaja las 24 horas.
- El consumo mensual promedio de diesel en el período comprendido de septiembre 2008 a septiembre 2009 es de 85 galones.

La conversión de los tres consumos de energía principales resultó en la figura siguiente:

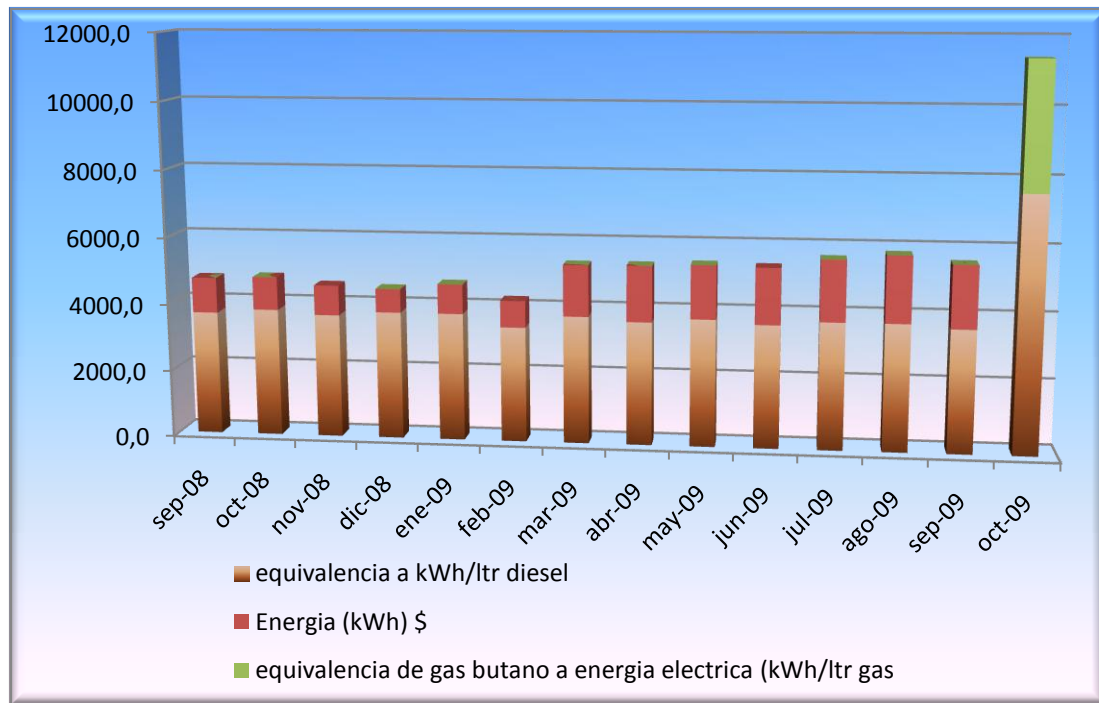


Fig. No 11 Distribución del consumo energético de la planta Lácteos San Sebastián,

En la figura se observa lo siguiente:

- El consumo de GLP no es representativo en los meses antes de octubre, ya que la empresa en ese mes empezó a llevar un registro del consumo diario.
- El medidor eléctrico que poseía la empresa no registraba la energía completa por estar en mal estado, por lo que se realizó un cambio de medidor. Por tal razón se ve un incremento del consumo eléctrico a partir del mes de marzo.

3.5 Precios de la energía.

En esta sección se examina:

- Los precios de los combustibles fósiles.
- Los precios de la electricidad.
- El costo total de la energía en la planta.

Se detalla cada elemento a continuación:

3.5.1 Precios de los combustibles fósiles.

Según el área de logística de la empresa, los precios de los combustibles fósiles en Octubre es el siguiente.

- Diesel: 0.84 USD/litro.
- GLP: 0.70 USD/litro.

Se calculará el precio de la energía eléctrica en base a los consumos energéticamente²¹ equivalente. Se presenta los resultados de los cálculos en la tabla siguiente:

Tabla 5 Comparación del precio de la energía.

Combustibles	Precio USD/kWh-eq
Diesel	0.08
GLP	0.09
Electricidad	
Empresa distribuidora: UNION FENOSA	0.13

En la tabla se observa lo siguiente:

- El precio del GLP y diesel es menor que la energía eléctrica que la empresa compra a la distribuidora UNION FENOSA, vale hacer la aclaración, de que las equivalencias del diesel y GLP, son en condiciones ideales.

3.5.2 Precio de la electricidad.

Para estudiar mejor esta tarifa, se examinará las facturas para el período 2008 a 2009. Se presenta la información relevante en la tabla siguiente:

²¹ Ver Anexo Tabla B2 Tabla de Equivalencia.

Tabla 6 Factura de la planta Lácteos San Sebastián en 2008-2009.

Mes	Consumo (kWh)	Demanda (kW)	Factor de potencia	Total (USD)	Precio monómico (USD/kWh)
Septiembre 2008	6300	31	0.9	1054.55	0.16
Octubre 2008	5820	31	0.9	985.80	0.16
Noviembre 2008	5880	31	0.9	893.48	0.15
Diciembre 2008	5160	31	0.89	703.99	0.13
Enero 2009	6900	29	0.89	879.57	0.12
Febrero 2009	6300	29	0.9	797.78	0.12
Marzo 2009	12720	65	0.9	1529.41	0.12
Abril 2009	13920	65	0.9	1666.35	0.11
Mayo 2009	13320	65	0.9	1601.80	0.12
Junio 2009	13380	65	0.9	1681.60	0.13
Julio 2009	13920	65	0.9	1831.61	0.14
Agosto 2009	15000	65	0.91	1992.18	0.12
Septiembre 2009	13500	65	0.9	1879.38	0.13
Octubre 2009	14700	64	0.88	2141.5	0.14
Total	146,828	50	0.90	19,638.39	0.13
Tipo de tarifa: T4 BT. Industria Mediana Binomia sin horario estacional					

Sobre esta tabla, las observaciones son las siguientes:

- El factor de potencia registrado a lo largo del periodo en análisis se mantiene por encima del mínimo permitido por el ente regulador (INE) de

0.85, esto permite que la empresa no sea multada por un bajo factor de potencia.

- La demanda de potencia en el año varía desde 29 hasta 65 kW. Este comportamiento puede corresponder al uso de los equipos en dependencia del volumen de acopio de leche que surgen cada mes.

3.5.3 Costo total de la energía en la planta.

En base a lo calculado previamente, se calculó el costo total de energía para la planta Lácteos San Sebastián para el año 2009.

Tabla 7 Costo de la energía, Sep. 2008- Oct. 2009 en la Planta Lácteos San Sebastián.

Combustibles	Consumo (kW-eq)	Precio de la energía (USD/kWh-eq)	Costo de la energía (USD)
Electricidad UNION FENOSA	14,6828	0.13	19,087.64
GLP	67,226.9	0.08	5,378
Diesel	48,608	0.09	4,374
TOTAL	262,662.9	0.3	28,840

A continuación se presenta lo mismo en una figura:

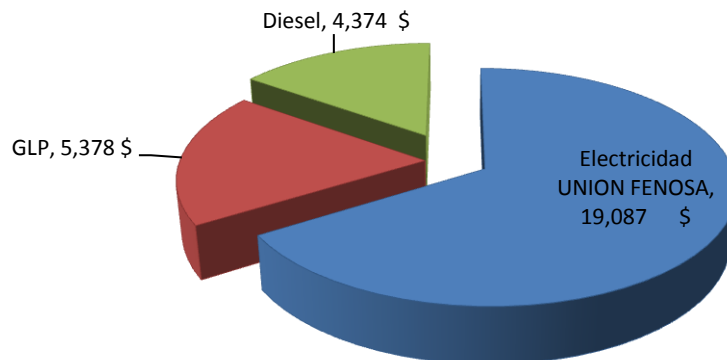


Fig. No 12 Costo de la energía en el periodo Sept. 2008-Oct. 2009 en Lácteos San Sebastián.

Sobre esta figura, las observaciones son las siguientes:

- Se gastan 28,840 USD por año en energía.
- El costo del consumo del GLP se proyectó a un año ya que la empresa lleva registro a partir del mes de Octubre.

3.5.4 Benchmarking.

En el año 2009, el consumo de energía en el período comprendido de Mayo a Octubre del 2009 es de **83,820 kWh**. Durante el mismo período, la producción fue **2, 241,602 Litros**.

Por lo tanto, el índice de consumo (promedio) de la planta Lácteos San Sebastián es **0.04kW** por **litro** procesado.

El consumo de referencia²² para la misma rama industrial es **0.014 kW/Lts** de leche procesada. Este benchmarking indica que el **35%** de la planta consume más que otra empresa, por lo tanto tiene el potencial de reducir su consumo eléctrico.

En la siguiente tabla se muestra el indicador para cada mes.

En detalle estas secciones representan en Lácteos San Sebastián sus principales áreas de consumo de energía eléctrica. El diagrama de distribución por consumo se representa a continuación:

Tabla 8 Indicador de energía eléctrica mensual.

Mes	Consumo de leche (L)	Facturas eléctricas (kWh-mes)	Indicador (kWh/L de leche procesado)
May-09	373,496	13,320	0.04
Jun-09	294,566	13,380	0.05

²²Catálogo de buenas prácticas operativas para el procesamiento de productos Lácteos.

Jul-09	297,453	13,920	0.05
Ago-09	457,869	15,000	0.03
Sep-09	417,887	13,500	0.03
Oct-09	400,331	14,700	0.04
Total	2,241,602	83,820	0.04

El indicador de consumo de GLP para el procesamiento de quesillo es de **0.025²³ltr** por libra de quesillo, para este indicador no se encontró un consumo de referencia de la misma rama para comparar, sin embargo a la empresa le servirá como línea base para que se estén monitoreando y evaluando en el futuro. A continuación se presenta la grafica del comportamiento del consumo de G.L.P vs la cantidad de panas elaboradas.

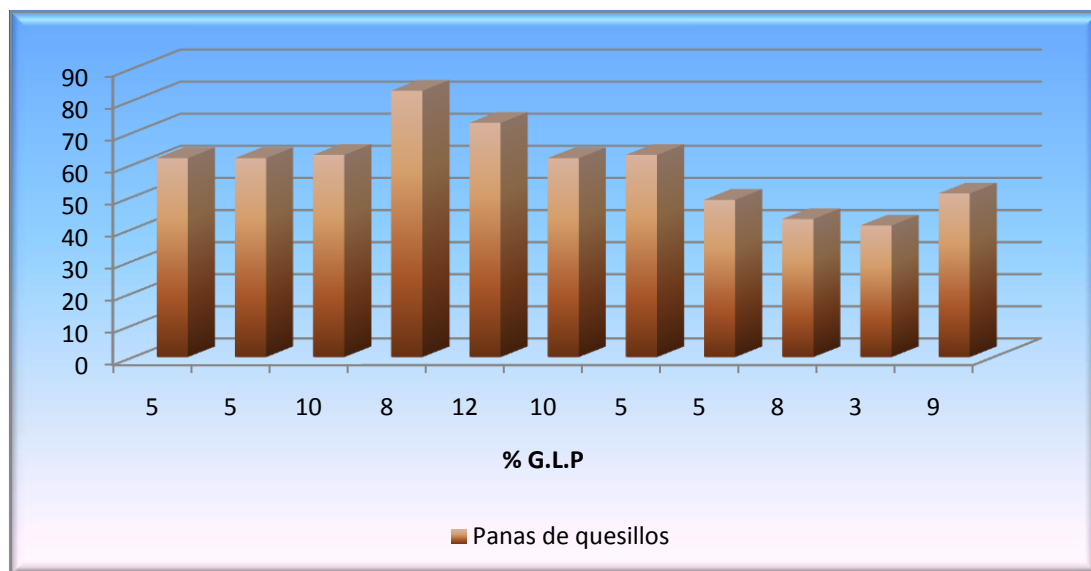


Fig. No 13 Comportamiento del gasto de G.L.P vs panas elaboradas.

Como se puede apreciar en la figura la técnica de elaboración del quesillo afecta directamente el consumo del G.L.P, ante esto nos encontramos con una variación de las cantidades de panas elaboras a diferentes porcentajes de

²³ Ver Anexo Tabla B3 Indicador de GLP para la elaboración del quesillo.

consumo, por lo que también este es un punto de trabajo del estudio, para producir mayores cantidades con menos recursos.

A continuación se muestra para el consumo diario de GLP durante un mes

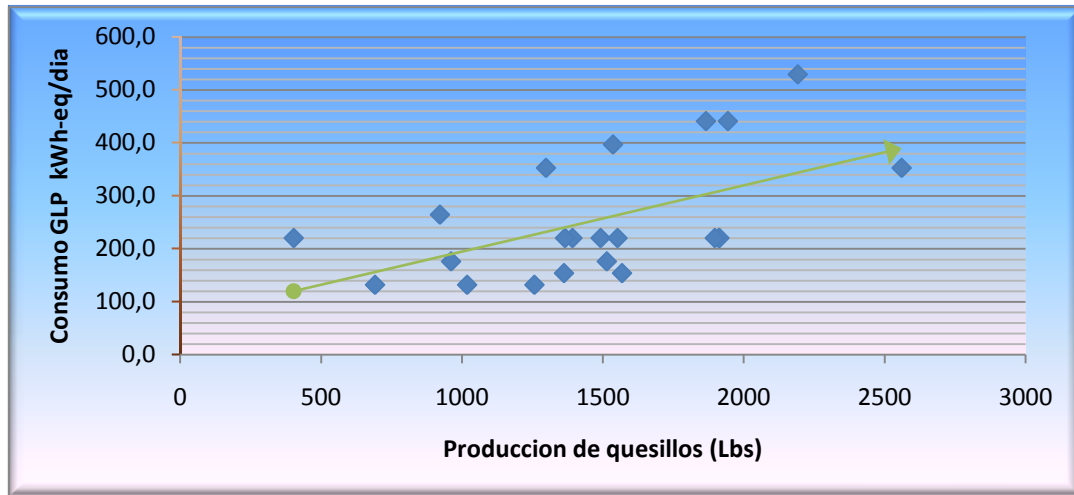


Fig. No 14 Modelización de la regresión lineal del consumo de G.L.P

Tabla 9 Resultado de la regresión lineal del consumo de G.L.P vs la producción de Denim

Modelo de Regresión	
Variable dependiente	GLP
Variable Independiente	Producción
Slope	0.1251 kWh-eq/lbr
Intercepción	69.25 kWh-eq
R^2	0.3058

Observaciones:

- No existe correlación, entre consumo de GLP y elaboración de quesillo, es decir que el consumo de GLP es independiente a la producción, esto se debe al manejo irregular del flujo del combustible.

- Esta modelización nos indica, que las conductas de elaboración y control de válvula son poco regulares, permitiendo así, la mala operación del GLP.

En la figura siguiente, se refleja el consumo mensual de electricidad comparado con la producción (acopio) de leche durante el mes correspondiente.

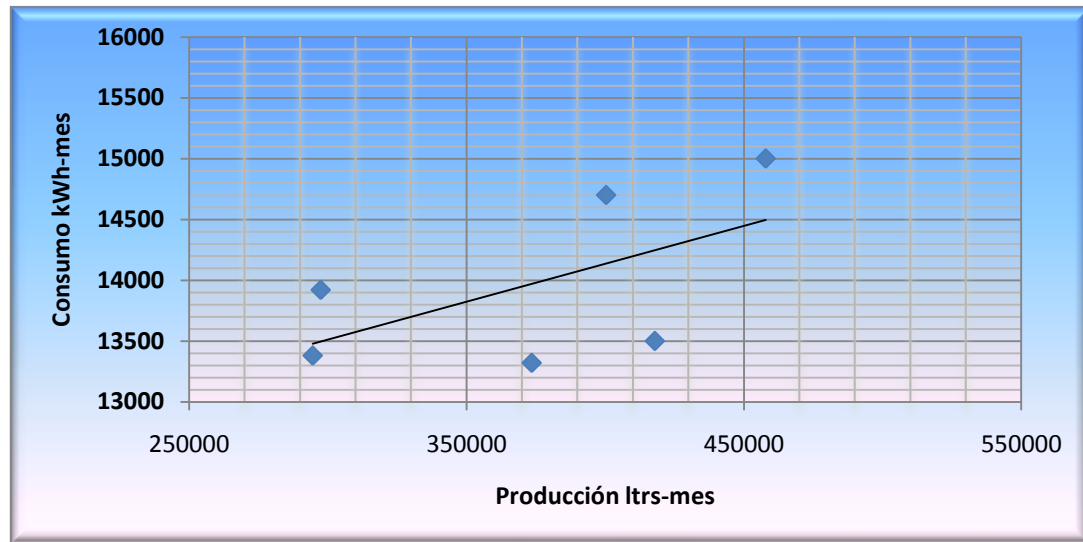


Fig. No 15 Modelización del consumo de electricidad.

Es un modelo de regresión lineal. Se describe con la ordenada en el origen y la pendiente de una recta de regresión. Se presentan estos valores a continuación

Tabla 10 Regresión lineal del consumo de electricidad vs la producción de Denim

Modelo de regresión	
Variable dependiente	Consumo eléctrico
Variable independiente	Producción
Slope	0.0062 lt/ kWh
Intercepción	11,642 kWh
R^2	0.327

Comentarios sobre estos resultados:

- No existe una correlación entre la cantidad de producto elaborado y el consumo de electricidad, dado que no se tiene un registro más extenso de la producción de leche fría, que permita la visualización de la tendencia de consumo. Por lo tanto, la empresa debe de registrar el acopio en un sistema computarizado para que exista un historial de éste y así la empresa pueda tomar decisiones futuras.

CAPITULO IV

Capacidades de los Equipos.

Capacidades de los equipos.

Es de gran importancia en el estudio de auditoría energética mostrar la capacidades de cada equipos en kW, dentro de la empresa, ya que ello nos permite evaluar e identificar problemas en las posibles condiciones de crecimiento así como los cambios que involucra, tanto en la distribución de carga como en la capacidad de generación de energía eléctrica con el fin de disponer de un eficiente suministro, ya que de tal eficiencia de generación depende el buen uso en los distintos equipos eléctricos disponibles en la empresa.

Principales equipos consumidores eléctricos.

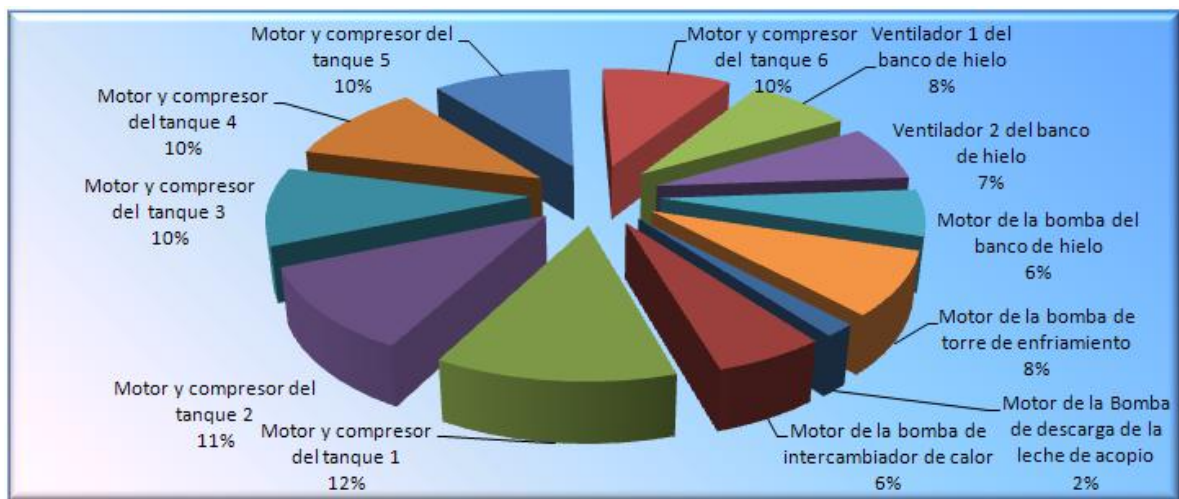


Fig. No 16 Equipos consumidores de energía.

La figura anterior nos muestra el consumo de cada equipo instalado. Como se puede observar los equipos de mayor demanda de energía eléctrica son: los motores y compresores de los tanque 1 y 2 con **12%** y **11%**, equivalente a **6.14 kW** y **5.40kW** respectivamente, luego los motores y compresores de los tanques 3-6 con el **10%** del consumo de energía, siempre con el mismo orden descendente el ventilador 1 del banco de hielo y motor de bomba de la torre de enfriamiento con el **8%**, seguidamente ventilador 2 del banco de hielo el **7%**, motor de bomba de banco de hielo y motor de la bomba del intercambiador de calor con el **5%** y finalmente el motor de la bomba de descarga de la leche de acopio con el **2%**.

4.1 Evaluación de los equipos eléctricos.

Esta sección muestra las conclusiones de lo observado durante el análisis en lo referente al estado físico y operativo de los equipos instalados actualmente, así como también las del análisis a los equipos desde el punto de vista de su desempeño energético.

La sección está estructurada por tipo de servicio industrial:

- Sistema de refrigeración.
- Sistema de motores eléctricos.
- Sistema de iluminación.

Se detallan los resultados logrados en cada uno de estos sistemas a continuación.

4.1.1 Sistema de refrigeración.

El proceso de refrigeración de productos, para su conservación es importante considerarlo por el alto consumo de energía eléctrica que este requiere. En la industria en muchos casos se observa operar un equipo de refrigeración bajo condiciones muy desfavorables que incrementan su consumo de energía. El usuario, usualmente está más interesado en mantener las temperaturas requeridas que el estado de operación de los equipos o el costo de producción. Es por ello que es importante tener un control continuo de las condiciones de operación de estos equipos, así como el monitoreo de la eficiencia del mismo.

El sistema de refrigeración de Lácteos San Sebastián, está compuesto por un intercambiador de placa, banco de hielo, una torre de refrigeración y seis tanques de enfriamiento con diferentes capacidades. La leche se enfría, principalmente para mantener su calidad el mayor tiempo posible.

El enfriamiento de la leche, es más eficaz cuando se utiliza pre-enfriamiento. Con el pre-enfriamiento, el agua común pasa por el intercambiador de placa, igualmente la leche antes de que se almacenen en los tanques, para

ser enfriada. Para tener la máxima calidad de leche, es vital que ambos procesos trabajen eficazmente. Para optimizar la eficacia del pre-enfriamiento de la leche, se requiere un correcto flujo de leche y agua.

Durante los monitoreos se observó que el banco de hielo se encuentra deteriorado con 10 años de operación y no cubre con la demanda de enfriamiento de los seis tanques, por tal razón la empresa enciende la torre de enfriamiento por tres horas.

Cabe destacar que el banco de hielo permanece operando las 24 horas para lograr al día siguiente la formación de hielo y poder cumplir con su función.

A continuación se presenta las capacidades de enfriamiento de los tanques de refrigeración:

Tabla 11 Capacidad de Enfriamiento.

Tanque	Capacidad (Btu/hr)	Capacidad (TR)	Temperatura de conservación (°F)
Tanque 1	52,700	4.39	33.2
Tanque 2	53,600	4.46	30.0
Tanque 3	55,100	4.59	35.5
Tanque 4	93,380	7.78	27.2
Tanque 5	52,700	4.39	32.5
Tanque 6	55,100	4.59	35.5
Total	362,580	30.20	

A continuación se muestra el esquema del sistema de refrigeración de la Planta Lácteos San Sebastián:

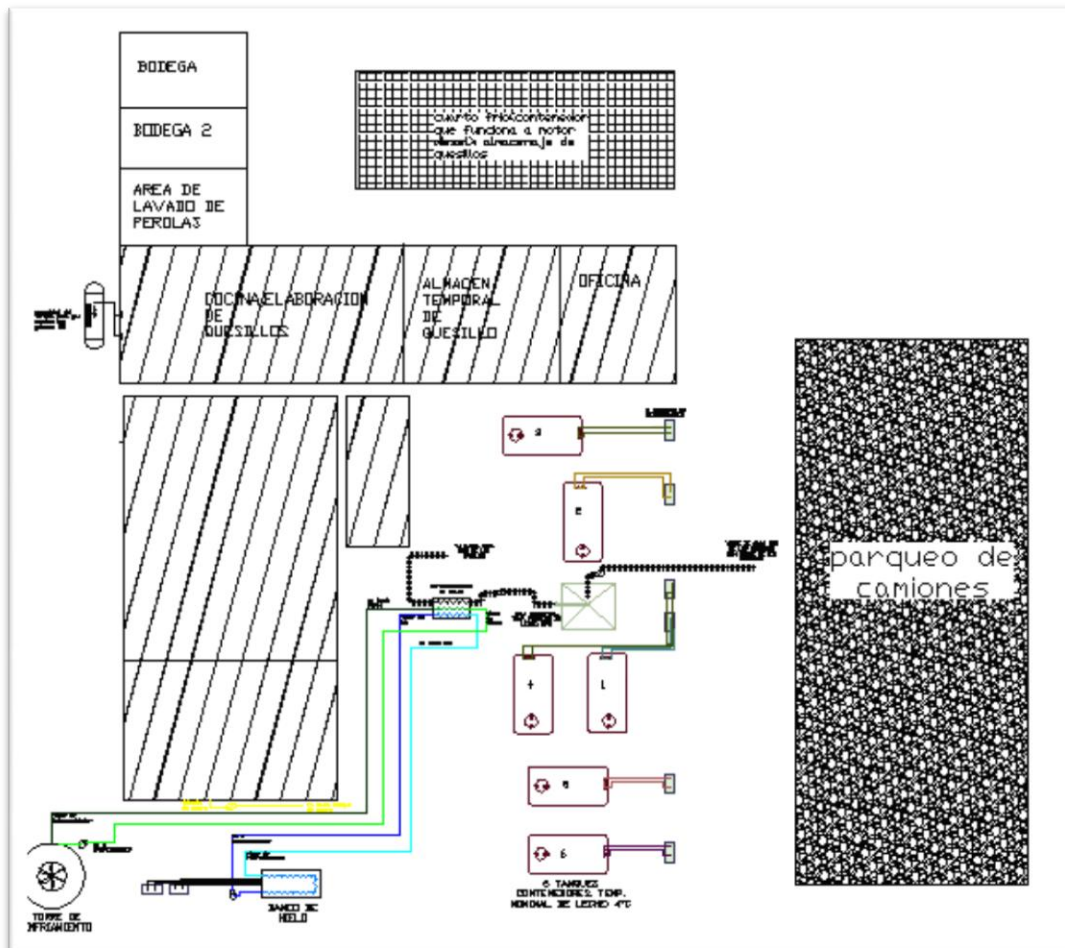


Fig. No 17 Esquema del sistema de refrigeración de la Planta Lácteos San Sebastián.

4.1.2 Sistema de motores eléctricos.

Sobre los motores eléctricos, las observaciones son las siguientes:

- La mayoría de los equipos que posee Lácteos San Sebastián, están provistos de motores eléctricos²⁴. El estado funcional de estos es bueno, exceptuando el de la bomba de descarga de leche que los días de muestreos se dañó, la empresa está en proceso de comprar uno nuevo.
- Existen motores que no poseen datos de placa.

²⁴ Ver Anexo Tabla B4 Datos nominales de los equipos de Lácteos San Sebastián.

- El factor de carga²⁵ de los equipos del sistema de enfriamiento se encuentran por encima del 50 %, lo que indica que están siendo bien aprovechados.

4.1.3 Sistema de iluminación.

Sobre la iluminación, se realizó un inventario²⁶ de las cantidades de lámparas existentes, las observaciones son las siguientes:

- La iluminación artificial no es utilizada, ya que en la empresa cuenta con iluminación natural.
- La iluminación en la planta no representa una importante área de consumo eléctrico, ya que existe 24 de lámparas fluorescentes con potencia de 40, 20, 18 Watts, las de potencia de 40 Watts requiere un 20% más del consumo para operar.
- Las luminarias usan balastro magnético.
- La empresa tiene instalada lámparas de 40 Watts marca Sylvania

²⁵ Ver Anexo Tabla B5 Factor de carga de los motores en Planta Lácteos San Sebastián.

²⁶ Ver Anexo Tabla B6 Inventario de Lámparas.

CAPITULO V

Análisis del comportamiento de la demanda de la Energía.

Análisis del comportamiento de la demanda de energía.

En este capítulo detallamos el comportamiento de la demanda de potencia²⁷ en kW en Lácteos San Sebastián, tomando como referencia un año de generación. Para ello presentaremos gráficos que detallan la manera en que es utilizada la energía.

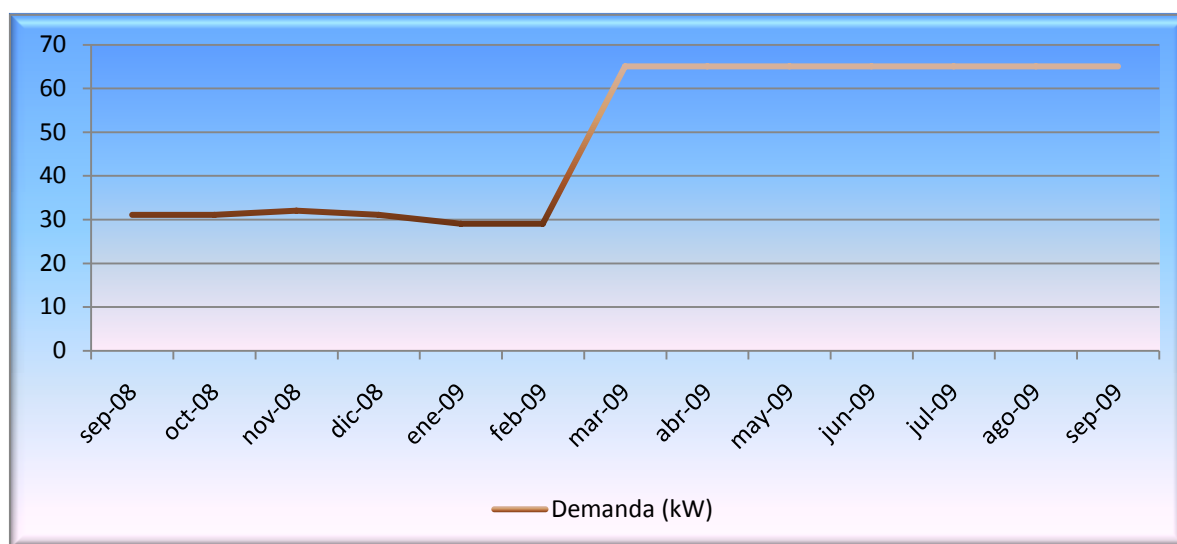


Fig. No 18 Comportamiento de la demanda de energía.

En la figura anterior se puede observar el comportamiento de la demanda de la energía según periodos de facturación de un año por parte de la empresa distribuidora UNION FENOSA. De los meses de septiembre 2008 a febrero 2009 la empresa registraba una demanda de energía promedio de **30.5 kW**, y un incremento en el mes de marzo 2009 a septiembre 2009, siendo esta en promedio de **65 kW**. Este comportamiento del incremento de la demanda se debe a que el medidor se encontraba en mal estado, por lo que UNION FENOSA procedió a sustituir dicho equipo.

Para comprobar el incremento de la demanda, se instaló el equipo analizador de energía en el panel principal de la empresa, este registra la energía en un periodo de tiempo, dicha figura se muestra a continuación.

²⁷ Ver Anexo Tabla B7 Historial de consumo eléctrico de Lácteos San Sebastián.

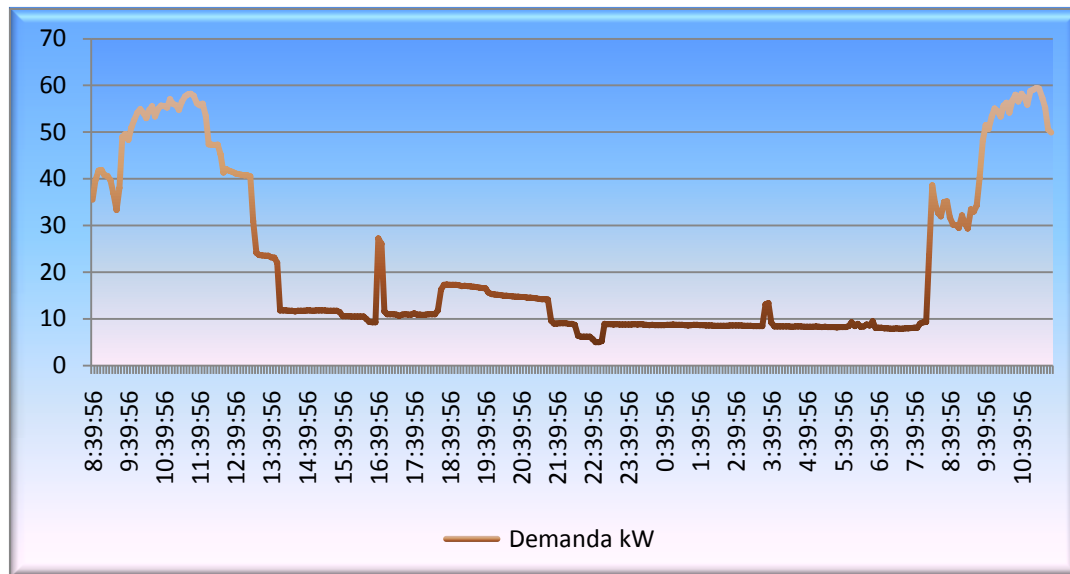


Fig. No 19 Comportamiento de la demanda según analizador de energía.

Con la instalación del analizador de energía en el panel principal de Lácteos San Sebastián, en un periodo de 24 horas, se comprobó que la empresa registra sus mayores demanda de las 08:00 am hasta la 01:00 pm con una demanda máxima de **60 kW**, este comportamiento se debe a que a estas horas la empresa empieza acopiar la leche y todos los equipos de refrigeración permanecen encendidos, y desde las 01:00 pm hasta las 08:00 am del día siguiente la demanda disminuye hasta su mínimo valor **5 kW**, estos registros menores es debido a que el banco de hielo permanece encendido las 24 horas.

De igual modo según los registros de recibos eléctricos, se graficó el comportamiento de la energía activa, donde claramente se puede apreciar el incremento en el mes de marzo 2009 con un registro de **12,720 kWh**.

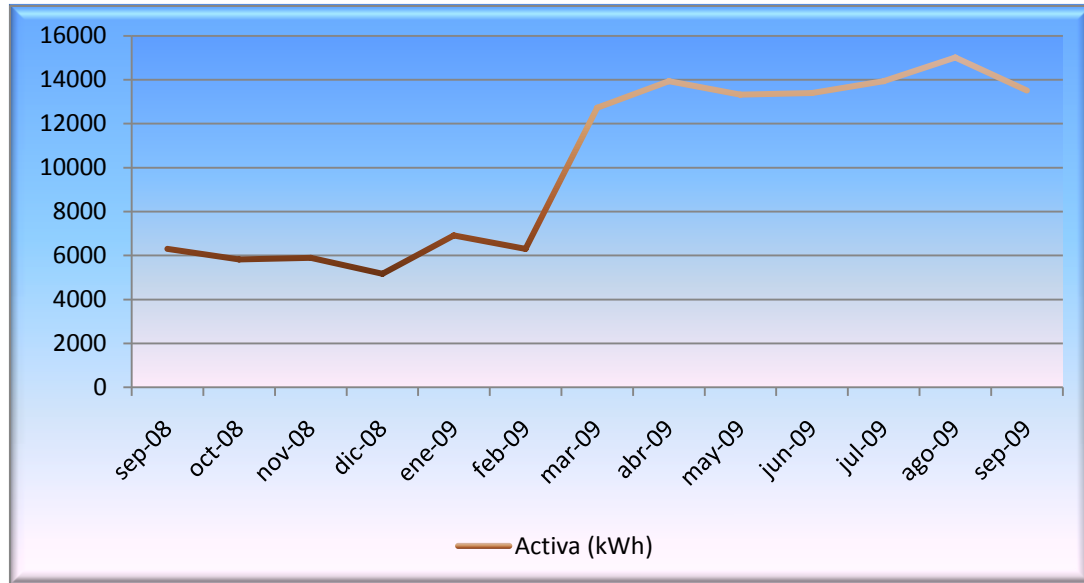


Fig. No 20 Comportamiento de la energía activa según recibos eléctricos.

El consumo de demanda y la energía activa están estrechamente relacionados ya que al aumentar la demanda eléctrica, también aumenta la energía activa, y debido a este incremento de energía, la empresa ha realizado pagos mensuales promedios de **USD 3,293** americanos.

5.1 Comportamiento de la demanda del banco de hielo.

Para conocer con exactitud el comportamiento de la demanda del banco de hielo, instalo el equipo analizador de energía en cada unidad condensadora, el banco de hielo opera con dos unidades, cada unidad posee dos compresores que son los encargados de generar hielo internamente para luego ser usado para enfriar la leche al momento de su recepción, a continuación se presentan dos gráficas en las cuales podremos apreciar la demanda de cada una de ellas.

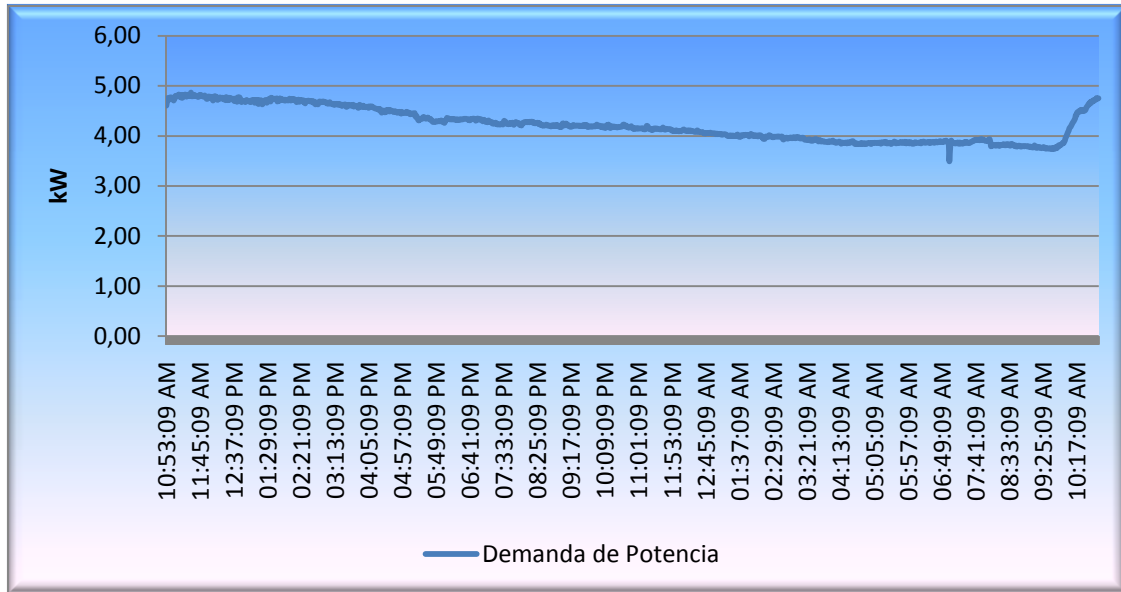


Fig. No 21 Demanda de energía de la unidad condensadora No 1 del banco de hielo.

Esta gráfica muestra el comportamiento de la demanda de la unidad condensadora número 1 del banco de hielo, el banco de hielo pasa operando las 24 horas del día, por lo que en la figura No 19 se refleja claramente este consumo, en dicha gráfica las horas de mayor consumo son desde las 10:00 am hasta las 02:00 pm cuando ya empieza a disminuir el consumo, debido a que ya no se está demandado agua helada para el enfriamiento de la leche. El mayor consumo de esta unidad es de **4.86 kW** y el menor consumo es de **3.50 kW**

A continuación se presenta el comportamiento de la demanda de la unidad condensadora número 2 del banco de hielo.

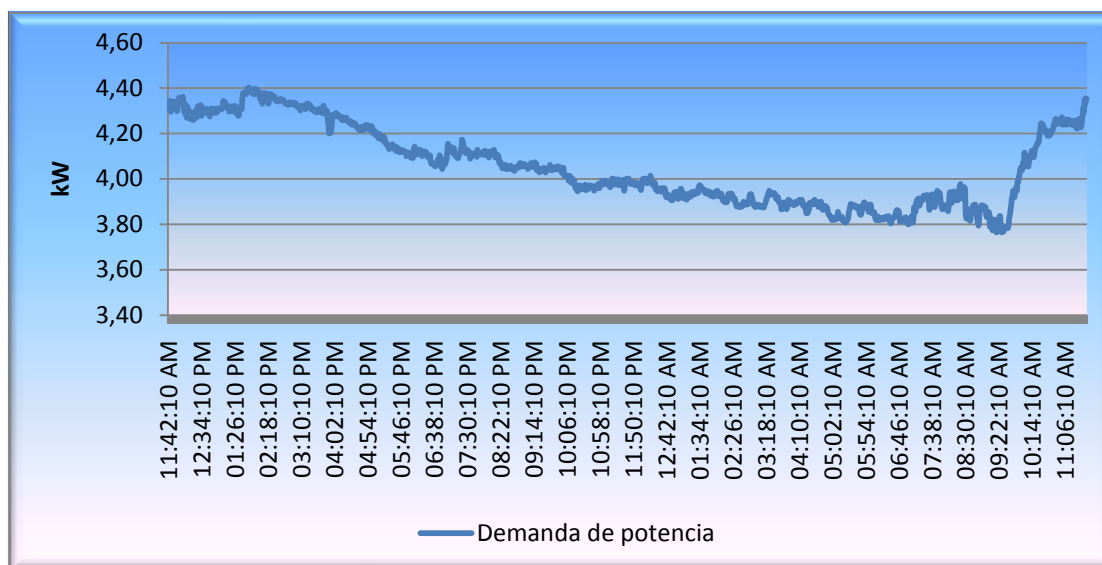


Fig. No 22 Demanda de energía de la unidad condensara No 2 del banco de hielo.

De igual manera se muestra el comportamiento de la demanda de la unidad condensadora número 2 del banco de hielo, donde claramente es notorio que a partir de las 02:00 pm empieza a disminuir el consumo de energía, aquí la demanda de mayor consumo es de **4.40 kW**, y la mínima es de **3.77 kW**.

5.2 Comportamiento del factor de potencia.

El factor de potencia es el indicador del rendimiento de los equipos eléctricos, el cual resulta de la relación de la potencia activa (potencia consumida por el motor) entre la potencia aparente (potencia suministrada por UNION FENOSA).

A continuación se presenta el comportamiento del factor de potencia según registros eléctricos y el registrado por el analizador de energía (Datalogger).

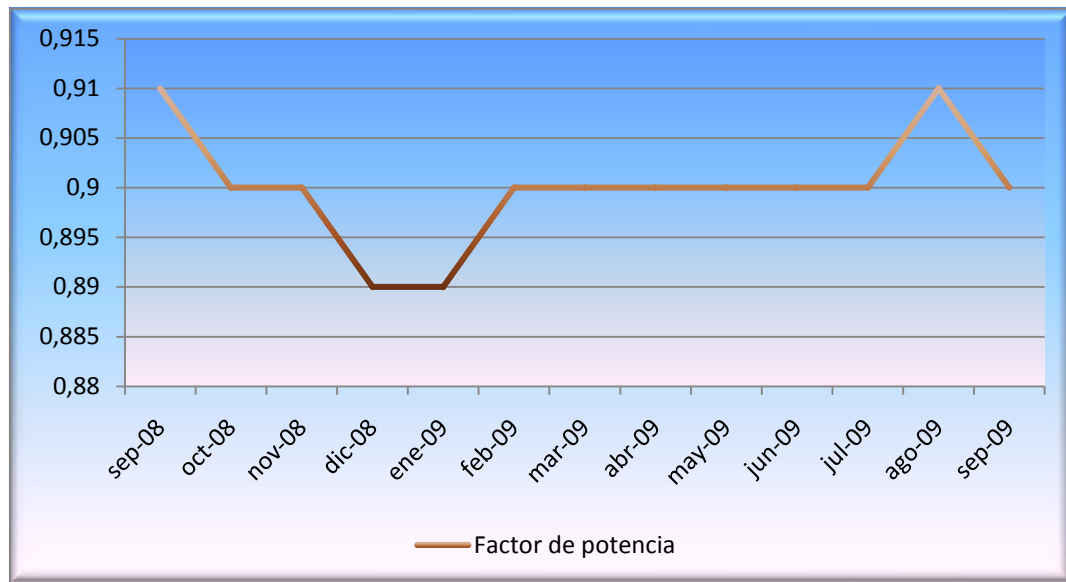


Fig. No 23 Comportamiento del factor de potencia según recibos eléctricos.

Según recibos emitidos por UNION FENOSA, se aprecia que la empresa nunca ha presentado un bajo factor de potencia, siendo el mínimo **0.85** emitido por el ente regulador INE. La empresa está registrando valores promedio de **0.90**.

Y para comprobar este comportamiento del factor de potencia, se presenta la gráfica según mediciones del equipo analizador de energía.

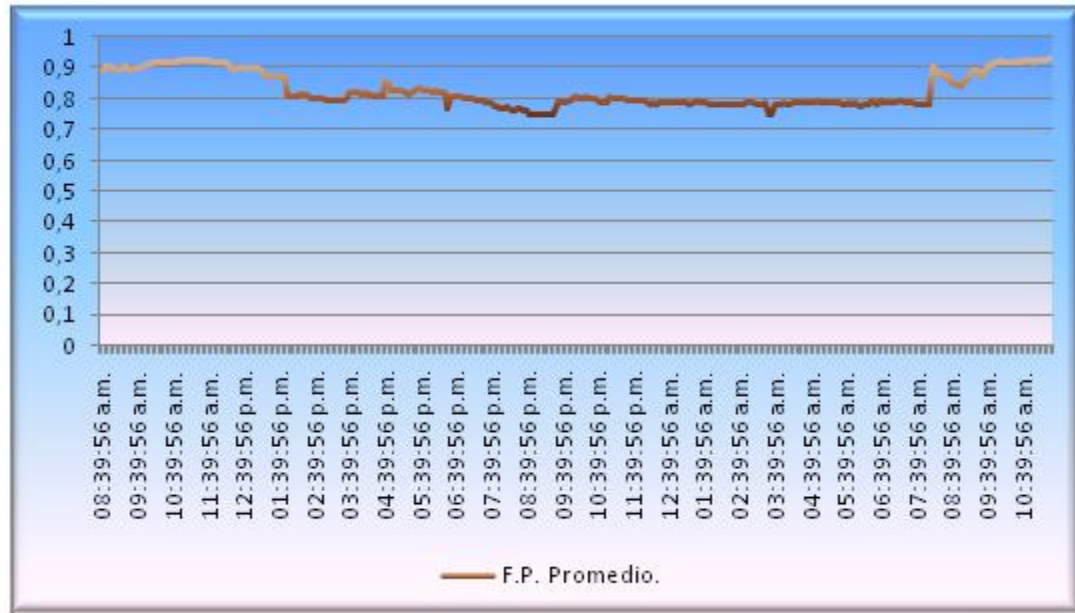


Fig. No 24 Factor de potencia registrado por el analizador de energía.

Con la instalación del equipo analizador de energía (Dataloger) en un periodo de 24 horas, se analizó el factor de potencia, siendo este de un promedio de 0.86.

5.3 Balance energético.

El suministro de energía eléctrica que presenta la empresa es registrada a través de un medidor, por lo que para conocer los consumos de energía por equipos, se realizó un levantamiento de carga eléctrica, obteniéndose el balance de energía.

En base al explicado anteriormente se presenta el diagrama Sankey siguiente.

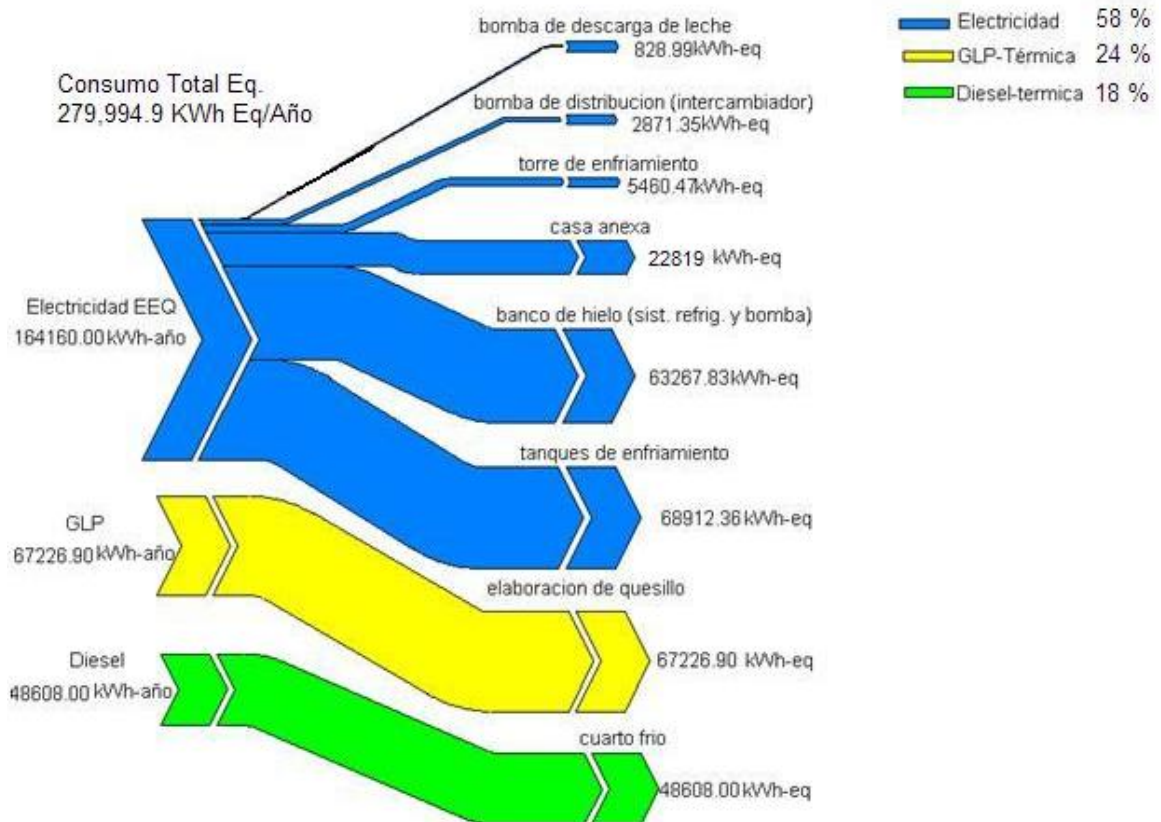


Fig. No 25 Diagrama Sankey representando el balance energético de Lácteos San Sebastián.

Sobre la figura, las observaciones son las siguientes:

- La energía eléctrica representa el 58%, la energía térmica (GLP) con un 24% y el consumo de diesel en un 18%.
- Los equipos de mayor demanda de energía eléctrica son: Tanques de enfriamiento y banco de hielo. Será entonces los indicadores para un posible ahorro energético.
- El consumo anual energético equivalente al uso del gas licuado del petróleo (GLP) es alto, pero este puede ser disminuido adoptando mejores técnicas durante el proceso de elaboración de los quesillos.

CAPITULO VI

Condiciones técnicas y planes de mejoras de los recursos energéticos.

Condiciones técnicas y planes de mejoras de los recursos energéticos.

En esta unidad se detalla las problemáticas que se ha encontrado en cuanto al mal manejo de energía, agua y hielo en los consumidores presentes en Lácteos San Sebastián, con el fin de conocer y analizar las fuentes de dichos problemas, haciendo énfasis en los costos generados. Y poder realizar los planes de mejoras en dicha instalaciones. A continuación presenta los detalles encontrados en cada una de las áreas:

6.1 Generación de energía.

Refrigeración.

- En forma general en Lácteos San Sebastián su principal consumo de energía son los sistemas de refrigeración ya que se emplean seis tanques refrigerados, y cada uno de ellos cuenta con una unidad condensadora.
- Existen caídas de voltajes a los consumidores que fueron medidos a la entrada de cada equipo.
- Aislamientos dañados en las tuberías de refrigeración.
- Falta de aislamiento en la tubería de agua helada del banco de hielo y de la torre de enfriamiento.

6.1.1 Aislamientos dañados.

En las siguientes figuras se muestran unas series de tramos de tuberías que se encuentran sin aislar o en mal estado. Lo que provoca que baje el rendimiento del sistema de refrigeración y consecuentemente un consumo de energía no aprovechado.

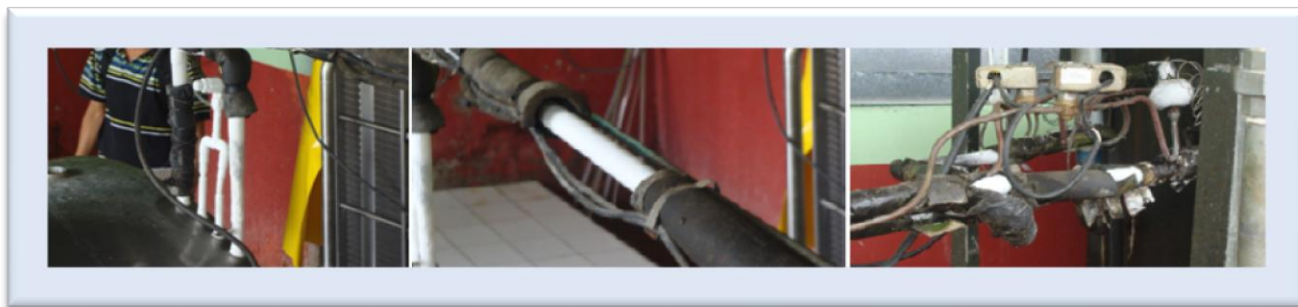


Fig. No 26 Aislamiento dañados en los sistemas de refrigeración.

En algunas empresas estas pérdidas pasan desapercibidas dado que no representa un valor que se pueda medir con aparato alguno pero si es un valor constante en el consumo en cuanto a operación de equipos.

6.1.2 Condición del Thermo King, utilizado como sistema de almacenamiento.

La planta Lácteos San Sebastián cuenta con un Thermo King²⁸, utilizado como sistema de almacenamiento del producto, este equipo no funciona eléctricamente sino que consume Diesel para su operación, lo que permite que la empresa compre combustible para mantenerlo encendido.

El Thermo King, se encuentra bajo techo y en óptimas condiciones en sus paredes, por lo que no presenta ganancia de calor por dicho estado y solamente se abre dos veces en el día, una cuando introducen las panas de quesillos que es a las 06:00 am y la otra cuando descargan dichos productos a otro camión refrigerado.

6.1.3 Iluminación del proceso.

Las lámparas son los aparatos encargados de transformar la energía eléctrica en energía lumínica. Existen un conjunto muy variado de lámparas, según sus aplicaciones a utilizarse en: iluminación, fotografía, señalización, cine, etc.

²⁸ Ver Anexo A15 Thermo King utilizado por Lácteos San Sebastián.

Lácteos San Sebastián, en sus instalaciones de luminarias posee en todo el edificio lámparas de tecnología T12, la cuales tienen 1 hora de trabajo, debido a que la recepción de la leche se realiza a primeras horas de la mañana, luego se utiliza la luz natural todo el día de trabajo, ver el inventario de lámparas en anexo tabla B6.

6.2 Plan de mejoras de los recursos energéticos.

Las medidas de eficiencia energética (MEE) que fueron identificadas y consideradas son las siguientes.

Estas opciones fueron discutidas con la empresa en el reporte en el cual fueron aceptas las 8 opciones identificadas.

Tabla 12 Lista de medidas energéticas (MEE) mencionadas durante esta Auditoría.

Opciones de eficiencia energética		Aceptado O Rechazado
MEE01	Cambio de tarifa (T4 a T4E)	Aceptado
MEE02	Sustitución de banco de hielo	Se rechaza debido al elevado costo de adquisición el cual es de USD 40,000, Ver Anexo C4 donde los ahorros al sustituir este equipo es de USD 1,728.3, y el periodo de recuperación de capital es de 23 años, por lo cual no es rentable implementar la opción. En el Anexo

B9 se muestra la memoria de cálculo		
MEE03	Renovar el aislamiento en las tuberías de refrigeración	Aceptado
MEE04	Aislar las tuberías de entrada y salida del banco de hielo	Aceptado
MEE05	Sustitución del Thermoking por cuarto frío (equipo de refrigeración eléctrico)	Aceptado
MEE06	Dar mantenimiento a las unidades condensadores.	Aceptado
MEE07	Sustituir la cocina número 3 por una de acero inoxidable.	Aceptado
MEE08	Instalar un sistema piloto en las cocinas y utilizar la válvula del consumo de gas en medio flujo.	Aceptado

6.2.1 Cambio de tarifa.

Caso propuesto.

Se recomienda a Lácteos San Sebastián realizar el cambio de la tarifa T-4 a la T-4E²⁹ que presenta costos por facturación variado, ya que es con medición horaria estacional, esto quiere decir que si la empresa deja de consumir energía durante la hora pico de consumo (entre las 6:00 P.M y las 10:00 P.M), el costo por facturación se puede reducir en un 40%.

Esta tarifa según criterios de clasificación tiene una carga contratada mayor de 25 kW hasta 200 kW para uso industrial (talleres, fábricas, etc.). Donde la empresa actualmente tiene una potencia de 65 kW, por lo tanto la empresa puede realizar la gestión con UNION FENOSA para dicho cambio.

Caso Base.

La tarifa que se encuentra la empresa actualmente es la T-4 Industrial Mediana Binomia, la cual posee costos esenciales por consumo de energía y por demanda de potencia, sin medición horaria estacionaria.

Beneficios.

- Reducción de los costos por facturación.
- Al realizar el cambio de tarifa la empresa se ahorrará USD 19,980 al año.

Cálculo y costos de Ahorro.

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente.

Tabla 13 Cálculo y costo de ahorro de la MEE 01

Caso propuesto	\$= USD
Tarifa eléctrica propuesta	T4-E

²⁹ Ver Anexo Tabla B8 Cálculo de cambio de tarifa.

Potencia fuera de punta	65 kW
Potencia punta	0
Consumo promedio mensual	13,808 kW/año
Consumo fuera de punta	13,808 kW/año
Costo de potencia hora punta en verano	19.3121 \$/kW
Costo de potencia hora punta en invierno	12.0609 \$/kW
Costo de potencia hora fuera punta en verano	0
Costo de potencia hora fuera punta en invierno	0
Costo del consumo hora punta en verano	0.1922 \$/kWh
Costo del consumo hora fuera punta en invierno	0.1235 \$/kWh
Costo del consumo hora fuera punta en verano	0.1277 \$/kWh
Costo total en verano	1, 764.34 \$/mes
Costo total en invierno	1, 705.70 \$/mes
Costo Total	3,470.04 \$/mes
Caso base	
Tarifa eléctrica actual	T-4
Potencia máxima registrada	65 kW
Consumo de energía eléctrica promedio	13,808 kW/año
Costo de la energía eléctrica	0.1469 \$/kWh

Costo de la potencia	17.5216 \$/kW
Costo Total en verano	3,168.51 \$/mes
Costo Total en invierno	3,168.51 \$/mes
Costo Total	6,337.02 \$/mes
Ahorro energético	
Ahorro anual	19,980 \$/años
Inversión inicial	Costo
Impresión por carta de solicitud de cambio de tarifa	2 \$
Índices de rentabilidad	
Periodo de répagó simple (años)	inmediato
Duración de vida (años)	10 años
Tasa interna de retorno	No aplica
Valor presente neto	No aplica
Reducción de emisiones de GEI	
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)	No aplica
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)	No aplica
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)	No aplica

6.2.2 Renovar aislamiento en las tuberías de refrigeración.

Caso propuesto.

La compra de los aislantes³⁰ para el sistema de refrigeración es importante ya que permitirá que las tuberías estén protegidas a la presencia de calor que se encuentra en el medio circundante, ya que protege el refrigerante permitiendo así un mejor trabajo de los equipos de refrigeración instalados.

Caso base.

Lácteos San Sebastián presenta en sus tuberías de refrigeración aislante en mal estado debido a los años de operación de la planta, los cuales han sufrido daños lo que permite que las tuberías estén expuesta al calor presente y este a la vez influya en la refrigeración de la leche, obteniendo una baja en la eficiencia del sistema, permitiendo así que toda la tubería se encuentra escarchada debido a la rotura del aislante.

Beneficios.

- Conservar la temperatura del refrigerante a las condiciones normales de operación.
- Mejora la eficiencia de los equipos de refrigeración.
- Menor tiempo de operación de los equipos.
- Aumento de vida útil de las tuberías.

Cálculo de costo y ahorro

Se presenta los diferentes cálculos realizados en la tabla siguiente.

Tabla 14 Cálculo y ahorro de la MEE03

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	5%
Consumo eléctrico post-proyecto	155,952 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.13 \$/kWh

³⁰ Ver Anexo C1 Cotización de aislamiento Armaflex.

Costo energético anual post-proyecto		20,274 \$/año	
Caso base			
Consumo eléctrico promedio en 2009		164,160kWh/año	
Costo de energía eléctrica		0.13 \$/kWh	
Costo total 2009		21,341 kWh/año	
Ahorro energético			
Ahorro de electricidad pronosticado		8,208 kWh/año	
costo de energía eléctrica		0.13 \$/kWh	
Ahorro anual		1,067 \$/año	
Inversión inicial	Unidades	Precio \$	Costo
Armaflex 3/4" * 3/8" * 6"	12	4.02	48.24 \$
Índices de rentabilidad			
Periodo de répagο simple (mes y medio)		0.05	
Duración de vida (años)		10	
Tasa interna de retorno (%)		2,212	
Valor presente neto		3,142.74	
Reducción de emisiones de GEI			
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)		87	
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)		83	
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)		4	

6.2.3 Aislar las tuberías de entradas y salidas del banco de hielo.

Caso propuesto

Se debe de aislar las tuberías³¹ de entrada y salida del sistema de banco de hielo para así tener una mejor transferencia de calor, que permitirá mantener las temperatura de agua helada que sale del banco directo al intercambiador de placa a las condiciones ideales que se requiere para enfriar la leche lo cual va hacer más eficiente el trabajo del banco de hielo trabajando así en menor tiempo.

Caso base

Debido a que las distancia de instalación del banco de hielo al intercambiador de placa son largas, esto presenta un gran problema ya que las tuberías se encuentran sin aislar ocasionando un aumento de temperatura.

Beneficios.

- Mejor eficiencia de enfriamiento de la leche.
- Menor tiempo de uso del banco de hielo.
- Mayor conservación de la temperatura del agua helada.

Cálculo de costo y ahorros

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente

Tabla 15 Cálculo y ahorro de la MEE04

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	5 %
Consumo eléctrico post-proyecto	155,952 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.13 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	20,274 \$/año

³¹ Ver Anexo C2 Cotización de Armaflex en Láminas.

Caso base			
Consumo eléctrico promedio en 2009		164,160kWh/año	
Costo de energía eléctrica		0.13 \$/kWh	
Costo total 2009		21,341 kWh/año	
Ahorro energético			
Ahorro de electricidad pronosticado		8,208 kWh/año	
Costo de energía eléctrica		0.13 \$/kWh	
Ahorro anual		1,067 \$/año	
Inversión inicial	Unidades	Precio \$	Costo
Armaflex en plancha 36" * 48" * ½	5	34.50	172.5 \$
Índices de rentabilidad			
Periodo de répagó simple (años)		0.16	
Duración de vida (años)		10	
Tasa interna de retorno		3,093%	
Valor presente neto		3,156.48	
Reducción de emisiones de GEI			
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)		87	
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)		83	
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)		4	

6.2.4 Sustitución del Thermo King por cuarto de refrigeración.

Caso propuesto

Se propone a Lácteos San Sebastián la adquisición de un nuevo equipo de refrigeración³², que funcione eléctricamente por la red de UNION FENOSA. La empresa proveedora es AYRE S.A, el equipo seleccionado se presenta en anexo C3, con una capacidad refrigerativa de 1 tonelada (12,000 BTU/hr). Tal equipo trabajara solamente 15 hrs durante el día, puesto que posee un termostato que apaga el sistema cuando el interior se encuentra a la temperatura deseada y lo enciende cuando sea necesario.

Caso Base

Lácteos “San Sebastián”, posee un cuarto frio para el almacenaje del quesillo. La estructura del cuarto frio se encuentra en condiciones aceptables (no posee ganancia de calor relevante por infiltraciones); pero el equipo de refrigeración (Thermo King de modelo MD II) ya tiene varios años de uso, lográndose apreciar falta de mantenimiento y condiciones de operación desfavorables para un buen uso de la energía. La capacidad de refrigeración del equipo es de aproximadamente de 2 toneladas (el equipo de ventas de AYRE colaboró para la determinación de esta capacidad, ya que ellos tienen experiencia en el reconocimiento y selección de equipos). Unos de los problemas más evidentes del equipo instalado es la ineficiencia del motor de 3 cilindros diesel que tiene en su interior, aumentando el consumo de combustible.

Beneficios

- Se logrará menor costos operativos en el consumo de energía.
- Se adquirirá un equipo de refrigeración seleccionado según la capacidad productiva de la empresa.
- Permitirá un fácil manejo u operación, debido a la simplicidad de sus componentes y de igual forma, un mejor mantenimiento rutinario.

³² Ver Anexo C3 Cotización de compra de un sistema de refrigeración nuevo.

Desventajas

- El costo de inversión del equipo es elevado, aunque presenta una reducción de consumo considerable.

Cálculos de costo y ahorros

La tabla siguiente presenta los cálculos de ahorros, de costos, de rentabilidad y de reducción de emisiones de gases de efectos invernadero (GEI).

Tabla 16 Cálculo y costo de ahorro de la MEE05

Caso propuesto		\$= USD	
Capacidad de unidad condensadora		1.5 kW	
Consumo eléctrico post-proyecto: 1.5 kW * 15 hrs * 365 días		8,213 kWh/año	
Costo de energía eléctrica		0.13 \$/año	
Costo energético anual post-proyecto		1,068 \$/año	
Caso base			
Consumo de combustible: 23 Ltr/día * 26 días * 12 meses		7,176ltr/año	
Costo del combustible (diesel)		0.84 \$/ltr	
Costo actual del diesel		6,028 \$/año	
Ahorro energético			
Ahorro anual: (6,028 \$/año - 1,068 \$/año)		4,960 \$/año	
Inversión inicial	Unidades	Precio \$	Costo \$
Equipo de refrigeración para cuarto frío.	1	6,020.25	6,020.25
Índices de rentabilidad			

Periodo de repago simple (años)	1.21
Duración de vida (años)	15
Tasa interna de retorno	78 %
Valor presente neto	8,813.19
Reducción de emisiones de GEI	
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)	49
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)	4
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)	45

6.2.5 Mantenimiento de unidades condensadores (serpentes).

Caso propuesto

La limpieza de los serpentines disipadores de calor del condensador es sumamente importante, dado que éstos son los encargados de reducir la temperatura del refrigerante, aumentando la eficacia de enfriamiento en el evaporador. La limpieza se debe hacer con un líquido especial que se comercializa en las empresas: ECOQUIMICA, COIRSA, AYRE, la cotización se realizó en **ECOQUIMICA**. Los precios por galón de este producto es de USD 30 que rinde, aproximadamente a la limpieza de 4 unidades condensadora (serpentes).

Caso Base

Los serpentines de los condensadores de “Lácteos San Sebastián”, se encuentra con incrustaciones de polvo, que afectan el rendimiento del sistema de refrigeración, aumentando el consumo eléctrico en un 8 % e incrementando el retardo de enfriamiento.

Beneficios

- Mayor velocidad de enfriamiento de la leche, debido a que el sistema trabajará en condiciones de diseño.
- Reduce el consumo eléctrico, ya que el enfriamiento se realiza a una mayor velocidad y llegando a la temperatura deseada más rápidamente, no siendo necesario mantener encendido el equipo por más tiempo.
- El producto limpiador es mezclado con agua (en proporción 2:1, usualmente), para un mayor rendimiento.

Cálculos de costo y ahorros

La tabla siguiente presenta los cálculos de ahorros, de costos, de rentabilidad y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Tabla 17 Cálculo y costo de ahorro de la MEE06

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	8 %
Consumo eléctrico post-proyecto	151,027.2 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.13 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	2,635.6 \$/año
Caso base	
Consumo eléctrico promedio en 2009	164,160 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.13 \$/kWh
Costo total 2009	21,341 kWh/año
Ahorro energético	
Ahorro de electricidad pronosticado	13,132.8 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.13 \$/kWh
Ahorro anual	1,707.3 \$/año

Inversión inicial	Unidades	Precio (U\$)	Costo \$
CL-122	2gln	32.2	64.4
Peineta de serpentín	2	15	30
Total	-	-	94.4
Índices de rentabilidad			
Periodo de répagó simple (años)		0.05	
Duración de vida (meses)		2	
Tasa interna de retorno		2,471	
Valor presente neto		6,882.1	
Reducción de emisiones de GEI			
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)		87	
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)		80	
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)		7	

6.2.6 Sustituir la cocina número 3 por una de acero Inoxidable.

Caso propuesto.

Se ha establecido que para un buen uso de la conservación de calor en la preparación de quesillo, se debe de utilizar láminas de aceros inoxidable que es una aleación en base a hierro, cromo y otros elementos que no hacen combinación química entre sí pero producen una excelente resistencia a la corrosión su clasificación se hace atendiendo a la micro estructura interna dentro de estos, como consecuencia se pueden obtener diferentes agrupaciones inoxidable, atendiendo a su agrupación tenemos el acero 304 que es de uso sanitario para la manipulación de alimentos

Se recomienda que por las características anteriores, es necesario instalar una cocina de acero inoxidable con el fin de tener una mejor transferencia de calor en la elaboración de quesillo. Cabe mencionar que esta cocina tiene incorporado un sistema piloto que regula el combustible.

Caso base

Lácteo San Sebastián en su área de cocción de quesillo cuenta con un total de 5 cocinas las cuales 3 de ellas están hechas de acero inoxidable y 2 de acero al carbono en la cual se encuentra en mal estado por la corrosión del material ante los agentes del medio ambiente tales como humedad, aire, dando como resultado sacarla fuera de servicio una de ella, teniendo como resultado un rendimiento bajo en la producción de quesillos.

Beneficios.

- Con este tipo de material que proporciona buena conservación de calor se podrá optimizar el flujo de llama ya que el calor generado dentro de la cocina se conservara lo que permitirá que las llamas se encuentren a mitad de su apertura.

Desventajas.

- Por su estructuras cristalina este acero no presenta ninguna desventaja ya que es propio para trabajar en operaciones que requiere niveles de temperatura elevadas.

Cálculo de costo y ahorros

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente:

Tabla 18 Cálculo y ahorro de la MEE07

Caso propuesto		\$= USD	
Ahorro de consumo de GLP pronosticado		3% ³³	
Consumo GLP post-proyecto		8,730 litros/año	
Costo de GLP		0.70 \$/litro	
Costo de GLP anual post-proyecto		6,111 \$ / año	
Caso base			
Consumo GLP promedio en 2009		9000 litros/años	
Costo de GLP		0.70 \$/litro	
Costo total 2009		6300 \$/año	
Ahorro energético			
Ahorro de GLP pronosticado		270 litro/año	
Costo GLP		0.70 \$ / litro	
Ahorro anual		189 \$/año	
Inversión inicial	Unidades	Precio	Costo
Cocina doble	1	375	375 \$
Índices de rentabilidad			
Periodo de répagó simple (años)		0.16	
Duración de vida (años)		10	
Tasa interna de retorno		622 %	
Valor presente neto		6,601.50	
Reducción de emisiones de GEI			
Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)		5	

³³Tomado del manual de buenas prácticas operativas del Centro de Producción más Limpia.

Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)	4
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)	1

6.2.7 Instalar un sistema piloto en las cocinas y utilizar la válvula del consumo de gas en medio Flujo.

Caso propuesto

Se recomienda que los operarios para la cocción de quesillo utilicen el flujo del gas a término medio en vez de alta, con el fin de mejorar la llama de combustión. Es decir se debe de controlar el uso de GLP, para el ahorro del combustible.

Es necesario que se instale un sistema piloto en cada cocina, lo cual permitirá un encendido rápido, para el cambio de cada cazuela para cocer el quesillo a tiempo de espera de la materia prima (cuajada).

Caso base

Actualmente en el proceso de elaboración de quesillo los operarios utilizan la llama del combustible alta. Se sugiere que la cocción del quesillo se da a una temperatura de 37 °C.

Cabe mencionar que el registro del consumo de combustible versus producción no existe una correlación, esto nos ayuda a confirmar que no existe una buena práctica operativa en el proceso de cocción de quesillo.

Beneficios:

- Reducción del combustible.
- Elevar el poder calorífico y rendimiento.

Desventajas

- Concientizar a los operarios en el buen manejo del combustible.

Cálculo de costo y ahorros

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente

Tabla 19 Cálculo y ahorro de la MEE08

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de GLP pronosticado	3%
Consumo de GLP post proyecto	8,730 ltr de GLP/año
Costo del GLP	0.70 \$/ltr
Costo energético del GLP anual post proyecto	6,111 \$/año
Caso base	
Consumo GLP proyectado a un año	9,000 ltr/año
Costo del GLP	0.70 \$/ltr
Costo total 2009	6,300 \$/año
Ahorro energético	
Ahorro de GLP ahorrado pronosticado	270 ltr GLP/año
Costo del GLP	0.70 \$/ltr
Ahorro anual	189 \$/año
Inversión inicial	
Compra de cuatro sistema piloto	145 \$
Índices de rentabilidad	
Periodo de répagó simple (años)	0.77
Tasa interna de retorno	128%
Valor presente neto	420.23
Reducción de emisiones de GEI	

Emisiones de GEI del caso base (TCO ₂ e/año)	5.43
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO ₂ e/año)	5.27
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO ₂ e/año)	0.16

Conclusiones.

De la auditoria energética elaborada en Lácteos San Sebastián se concluye lo siguiente:

Bajo las operaciones de trabajo llevadas a cabo en la realización de esta auditoría, tales como el levantamiento de la capacidad instalada así como los tiempos de operación de los equipos se logró identificar, que el área de mayor consumo de energía eléctrica es el área de refrigeración, en segundo lugar banco de hielo y en tercer lugar la bomba de la torre de enfriamiento. Del total de las medidas de eficiencia energética se detalla la siguiente tabla a continuación:

Tabla 20 Resumen general de la medidas de eficiencia energética en la planta Lácteos San Sebastián.

Medidas de eficiencia energética	Ahorros de consumo eléctrico (kWh-año)	Reducción de demanda (kW)	Ahorros de combustible (Ltr-año)	Ahorros económicos (USD)	Inversión necesaria (USD)	Retorno de la inversión (años)	Valor Presente Neto (USD)
Cambio de tarifa (T4 a T4E)	-	-	-	19,980	2	inmediato	-
Renovar el aislamiento en tuberías de refrigeración.	8,208	-	-	1,067	48	0.05	3,142.74
Aislar las tuberías de	8,208	-	-	1,067	34.5	0.03	3,156.48

entrada y salida del banco de hielo							
Adquisición de equipo de refrigeración para cuarto frío	-	-	7,176	4,960	6,020.25	1.21	8,813.19
Dar mantenimiento. a las unidades condensadores.	13, 132.8	-	-	1,707	94.4	0.05	6,882.1
Sustituir. cocina n° 3 por una de Acero Inoxidable.	-	-	270	189	375	0.16	6,601.50
Instalar un sistema. piloto en cocinas	-	-	270	189	145	0.77	420.23
Total	29,548	‘	7,716	29,159	6,719	2.27	29,016

De la auditoria energética realizada en Lácteos San Sebastián se encontraron opciones de mejoras, las cuales fueron evaluadas técnicas, económicas y ambientalmente representando un ahorro en consumo de energía de **29,548kWh/año** esto significa un **18 %** del consumo de energía total anual de la planta. Con respecto al consumo de GLP se logra reducir **6%** del consumo actual y un **100%** del consumo de diesel.

Cabe mencionar que con el cambio de tarifa se logra reducir un 40% de los costos por facturación.

La inversión para lograr las mejoras es de **USD 6,719**. Sería una inversión muy rentable, y representa un VPN de **USD 29,016**.

Todo este ahorro tiende no solo a beneficiar a la empresa, sino también al medio ambiente en cuanto a la reducción de emisiones de **15,641.13 CO₂** que provocan el calentamiento global.

Recomendaciones.

A fin de lograr un mejor control de los recursos presentes en la planta tales como agua, energía eléctrica, basados en el ahorro y la eficiencia de los sistemas se presenta las siguientes recomendaciones

- Instalar reductores de flujo en los suministros de agua en proceso lo que permitirá el no desperdiciar tan valioso recurso y obteniéndose así ahorro de agua.
- Aislar las tuberías de baja presión y temperatura en el sistema de refrigeración a fin de mejorar el rendimiento de eficiencia energética del sistema.
- Se recomienda el cambio de los motores que han sido rebobinados tal es el caso de la bomba de descarga de leche, por una de mayor eficiencia, en algunos casos ver si esta pueden ser ensayadas; recordar que por cada vez que se devana su eficiencia desciende durante cada año los 5 primeras veces 1% por año, luego de esta etapa incrementa en 2%.
- En cuanto al uso del consumo de GLP, se recomienda que cada vez que hagan cambio de cazuela para una nueva cocción, se disminuya el flujo de gas, para no tener pérdidas.

Bibliografía

- Llorens, Martín. **Calefacción**. Ediciones CEAC. España. 2000.
- Mataix, Claudio. **Mecánica de fluidos y Máquinas hidráulicas**. España, ICAI, 1975.
- Mills, A.F. **Transferencia de calor**. España, McGraw Hill, pp 925.
- Moyekawa. **Manual de servicios para compresores de refrigeración y aire acondicionado**, México.
- Müller, W. **Electrotecnia de potencia**. Edición Especial. España, editorial Reverté S.A., 1987, pp. 411.
- Pita, Edward G. **Principios y sistemas de refrigeración**. Primera edición. México, editorial LIMUSA. 1991, pp. 481
- Ramírez, Juan Antonio. **Refrigeración**. Ediciones CEAC. España, 2000.
- Rapin, P.J / Jacquard P. **Instalaciones frigoríficas**. Tomo II. Edición Original. España, Marcombo S.A., 1999. pp. 686.
- SABROE. **Ice Machines**. USA. 2000.
- SABROE. **Manual de instrucciones para compresores de pistón**. U.S.A. 1998.
- STA-RITE. **Water system sump / sewage / effluent water filtration**. U.S.A. 2001.
- Baumeister, Theodore, **Manual del ingeniero mecánico**, Volumen I, Edición Mc Graw-Hill 1984.
- Curso Teórico Práctico en Eficiencia Energética, del **Centro de Producción más Limpia de Nicaragua**. Marzo 2010.
- Curso Teórico Práctico en **Ahorro de energía en motores Eléctricos**, del **Centro de Producción más Limpia de Nicaragua**. Marzo 2010.

Anexo. A

Imágenes

Anexo A1. Recepción de la materia prima (Leche).



Anexo A2 Equipo de análisis para conocer el grado de acides de la Leche.



Anexo A3 Bombeo de leche al momento del acopio.



Anexo A4 Tanques de refrigeración para almacenamiento de la Leche.



Anexo A5 Obtención de cuajada, para el proceso del Quesillo.



Anexo A6 Colocación de la cuajada en panas con capacidad de 12 kg.



Anexo A7 Cocción del Quesillo.



Anexo A8 Almacenamiento del Quesillo a temperatura ambiente.



Anexo A9 Almacenamiento del Quesillo en cuarto frío.



Anexo A10 Transporte para la compra de quesillo.



Anexo A 11: Maquina de Hielo utilizada en Lácteos San Sebastián.



Anexo A12: Torre de enfriamiento utilizada en Lácteos San Sebastián.



Anexo A13. Intercambiadores Lácteos San Sebastián.



Anexo A 14 Pliego tarifario Lácteos San Sebastián.

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**

TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE NOVIEMBRE DE 2009
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	1.5454	
			Sigüientes 25 kWh	3.3292	
			Sigüientes 50 kWh	3.4868	
			Sigüientes 50 kWh	4.6083	
			Sigüientes 350 kWh	4.2981	
			Sigüientes 500 kWh	6.8267	
			Adicionales a 1000 kWh	7.6519	
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	4.5185	
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.2754	390.2804
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.)	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.3134	394.9564
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-3	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	3.9464	
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	2.7836	370.7633
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.0353	361.8225
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.1001	341.4758
IRRIGACION	Para Irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	3.3901	
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	2.4889	289.1472
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	3.2550	
			Invierno Punta	3.1492	
			Verano Fuera de Punta	2.4087	
			Invierno Fuera de Punta	2.3720	
			Verano Punta		547.3445
			Invierno Punta		341.8653
			Verano Fuera de Punta		0.0000
			Invierno Fuera de Punta		0.0000

Anexo B.

Tablas Generales.

Tabla B1 Temperaturas de la leche en los tanques de refrigeración.

Tabla 21 Comportamiento de la temperatura en los tanques de refrigeración.

Mediciones de temperatura en los tanques de enfriamiento						
Horas	Tanq 1	Tanq 2	Tanq 3	Tanq 4	Tanq 5	Tanq 6
08:30	23	-25	-10,0	26	9,4	7,2
09:00	20,6	26,4	25,0	20,6	-1,6	-2,8
09:30	15,4	22,4	15,8	21,6	15,4	18,4
09:40	11,4	15,4	7,8	14,2	11,2	14,6
10:00	9,2	13,8	9,2	12,2	11,6	12,6
10:15	9,6	12	7,3	13	10,2	11,4
10:30	8,8	9,2	7,1	11,4	11	11,6
11:00	10	11,6	7,8	12,2	10,8	12,5
11:30	8,8	10,8	9,8	11,4	10,4	11,6

Mediciones de temperatura en los tanques de enfriamiento						
Horas	Tanq 1	Tanq 2	Tanq 3	Tanq 4	Tanq 5	Tanq 6
09:20	21,2	15,6	23,0	22,4	17,6	21,2
10:00	12,8	18,6	16,2	11,2	11	12,2
10:30	10,4	11,4	9,6	9,6	8,8	10,2
11:00	6,2	10,2	10,2	5,4	5	6,2
11:30	6,4	9	7,8	3,4	7,4	7,2
12:00	4,4	6,4	7,4	3,6	3,8	4,0
12:30	4,6	7,6	4,4	3	4,6	5,8

Tabla B2: Tabla de Equivalencia.**Tabla 22 Tabla de equivalencia.**

Gas Licuado de Petróleo (GLP)
1 ltr de GLP equivale a 7.47 kWh-eq
Diesel
1 ltr de Diesel equivale a 10.81 kWh-eq
Bunker
1 Ltr de Bunker equivale a 11.51 kwh-eq

Tabla B3 Indicador de GLP para la elaboración del quesillo.**Tabla 23 Indicador de GLP para la elaboración del quesillo.**

Fecha	Producción de quesillo (lbs)	Consumo de GLP (Ltr)	Indicador (ltr/lbs de quesillo procesado)
10/10/2009	1913	29.53	0.015
11/10/2009	1913	29.53	0.015
12/10/2009	1944	59.05	0.030
13/10/2009	2561	47.24	0.018
14/10/2009	2192	70.86	0.032
15/10/2009	1866	59.05	0.032
16/10/2009	1898	29.53	0.016
17/10/2009	1492	29.53	0.020
18/10/2009	1298	47.24	0.036
19/10/2009	1257	17.71	0.014

20/10/2009	1536	53.15	0.035
21/10/2009	402.5	29.53	0.073
22/10/2009	1514	23.62	0.016
23/10/2009	1392	29.53	0.021
24/10/2009	1018	17.72	0.017
25/10/2009	691	17.72	0.026
26/10/2009	961	23.62	0.025
27/10/2009	1365.5	29.53	0.022
28/10/2009	1552	29.53	0.019
29/10/2009	1362	20.67	0.015
30/10/2009	1568	20.67	0.013
31/10/2009	921.5	35.43	0.038
Total	32,616.632	749.97	0.025

Tabla B4 Datos nominales de los equipos de Lácteos San Sebastián.

Tabla 24 Dato de placa de los motores.

EQUIPO	Clasificación	V nominal	A nominal	RPM	HP	FS	KW	modelo
banco de hielo	motor de bomba centrífuga	115/208-230	28/14.7-14	3450	3	1,15	2,24	
	compresor 1	208-230			3		2,24	marca: Copeland; modelo: CF12K6E-PFV-253
	compresor 2	208-230			3		2,24	marca: Copeland; modelo: CF12K6E-PFV-253
	ventilador 1	208-230	1,1	1550	0,167		0,12	
	ventilador 2	208-230	1,1	1550	0,167		0,12	
	ventilador 3	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXPG P-5104
	ventilador 4	208-230	1,8	1075	0,25		0,19	marca: general electric
torre de enfriamiento	bomba impulsora	115/230	24/12.0	3450	2	1,1	1,49	marca: starite; modelo: C48M2EC 11C3
	motor de ventilador	110-127/220-254	15.2-16/7.6-8	1750	1,5	1	1,12	marca: KOHLBACH
tanques contenedores de leche								
	motor mezclador	115/230	1	1725	0,083		0,06	marca: FASCO; type: 25B1
T-1	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	marca: copeland; modelo: CR N5-0500-PFV-272

	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
T-2	motor mezclador	230		1725	0,25	1	0,19	marca: Franklin electric; modelo: 1411030400
	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	modelo: CRN5-0500-PFV-272
	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	modelo: K55HXPL E-5178
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	modelo: K55HXPL E-5178
T-3	motor mezclador	230	1.75-1.6	1425-1725	0,167		0,12	marca: MUELLER; modelo: V01535AAB
	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	modelo: CRN5-0500-PFV-272
	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXPL E-5178
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXPL E-5178
	motor mezclador	230	1.75-1.6	1425-1725	0,167		0,12	marca: MUELLER; modelo: V01535AAB
	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	modelo: CRN5-0500-PFV-272

	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXPL E-5178
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXPL E-5178
T-5	motor mezclador	115/208-230	5.4/2.7	1725	0,25	1,15	0,19	marca: Leeson; modelo: C6C17FC9 7A
	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	modelo: CRN5- 0500-PFV- 272
	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
T-6	motor mezclador	230	1.75-1.6	1425-1725	0,167		0,12	marca: MUELLER; modelo: V01535AA AB
	compresor	208-230	16,1		4,5		3,35	modelo: CRN5- 0500-PFV- 272
	ventilador 1	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
	ventilador 2	208-230	1,5	1625	0,25		0,19	marca: Emerson; modelo: K55HXDF B-6834
otros datos								
descremadora	motor de	115/208-230	14/6.8-7	1740	1	1,15	0,75	marca: Weg;

descre madora						modelo: 1UM01CP NXX00104 P	
bomba de distribución de leche a los tanques	motor de bomba centrífuga				0,75	0,56	
bomba de succión de leche de camiones	motor de bomba centrífuga				0,75	0,56	
bomba centrífuga para suero	motor de bomba centrífuga	220	9,2	3400	1,8	1,34	marca: Foras; type: P5- 10/4

Tabla B5 Factor de carga de los motores en Planta Lácteos San Sebastián.

Tabla 25 Factor de carga de los motores en Planta Lácteos San Sebastián.

Equipo	Potencia real (kW)	Potencia Nominal (kW)	Factor de Carga (%)
Acopio de leche			
Motor de la Bomba de descarga de la leche de acopio	0.82	-	-
Intercambiador de calor			
Motor de la bomba de intercambiador de calor	2.85	-	-
Tanques de enfriamiento			
Motor y compresor del tanque 1	6.14	6.81	90
Motor y compresor del tanque 2	5.40	7.03	77
Motor y compresor del tanque 3	5.03	6.92	73
Motor y compresor del tanque 4	5.19	6.92	75
Motor y compresor del tanque 5	5.04	7.03	72
Motor y compresor del tanque 6	4.75	6.92	69
Banco de hielo			
Ventilador 1 del banco de hielo	3.77	4.69	80
Ventilador 2 del banco de hielo	3.58	4.46	80
Motor de la bomba del banco de hielo	2.98	4.02	74
Torre de enfriamiento			

Motor y bomba de torre de enfriamiento	4.06	4.69	87
---	------	------	----

Tabla B6 Inventario de Lámparas.

Tabla 26 Inventario de Lámparas.

Elemento	Número	Demanda por unidad (kW)	Demanda total (kW)
Vapor de mercurio	2	0.18	0.41
Tubos fluorescentes grandes (T 12)	8	0.04	0.37
Tubos fluorescentes pequeños (T 12)	7	0.04	0.32
Luminarias de círculo	6	0.02	0.14
Bombillos de filamento	1	0.05	0.05

Tabla B7 Historial de consumo eléctrico de Lácteo San Sebastián.

Tabla 27 Historial de consumo eléctrico de Lácteo San Sebastián.

Meses	Activa (kWh)	Reactiva (kWh)	Demanda (kW)	Demanda contratada (kW)	Factor de potencia	Factor de potencia permitido	Días facturados	Factor de carga de la empresa	Factor de carga
Sep-08	6300	2940	31	26	0,91	0,85	30	28	50
Oct-08	5820	2880	31	26	0,9	0,85	31	25	50
Nov-08	5880	2880	32	26	0,9	0,85	30	26	50
Dic-08	5160	2640	31	26	0,89	0,85	30	23	50
Ene-09	6900	3540	29	26	0,89	0,85	32	31	50
Feb-09	6300	3060	29	26	0,9	0,85	28	32	50
Mar-09	12720	6120	65	26	0,9	0,85	31	26	50
Abr-09	13920	6780	65	26	0,9	0,85	30	30	50
May-09	13320	6480	65	26	0,9	0,85	31	28	50
Jun-09	13380	6300	65	26	0,9	0,85	30	29	50
Jul-09	13920	6720	65	26	0,9	0,85	31	29	50
Ago-09	15000	6780	65	26	0,91	0,85	31	31	50
Sep-09	13500	6660	65	26	0,9	0,85	31	28	50

Tabla B8 Cálculo de cambio de tarifa.

NIS:2032481		MEDIDOR: 08902174	
LÁCTEOS SAN SEBASTIÁN			
TODOS LOS EQUIPOS NO TRABAJAN DURANTE EL PERIODO PUNTA			
Consumo promedio mensual verano	13808.00	Consumo promedio mensual invierno	13808.00
Consumo punta	0	Consumo punta	0
Consumo fuera de punta	13808	Consumo fuera de punta	13808
Consumo total	13808	Consumo total	13808
Potencia Punta	0	Potencia Punta	0
Potencia Fuera de Punta	65	Potencia Fuera de Punta	65
TARIFA PROPUESTA			
Tarifa Propuesta Verano		Tarifa Propuesta Invierno	
Costo Tarifa T4-E Mediana Tensión = (kWh/mes en punta * Costo del kWh en punta)+(kWh/mes fuera de punta * Costo del kWh Fuera de punta) + (kW Max en punta * Costo de kW de demanda max en punta)+(kW Max Fuera de punta * Costo de kW de demanda max Fue			
Costo del kWh (c\$) en V.P	kWh/mes en V.P	Costo del kWh (c\$) en I.P	kWh/mes en I.P
3.9693	0	3.8397	0
Costo del kWh (c\$) en V.F.P	kWh/mesen V.F.P	Costo del kWh (c\$) en I.F.P	kWh/mes I.F.P
2.6386	13808	2.5509	13808
Costo del kW (c\$) en V.P	kW Max en V.P	Costo del kW (c\$) en I.P	kW Max en I.P
398.7966	0	249.0577	0
	kW Max en V.F.P		kW Max en I.F.P
	65		65
Costo en verano c\$/mes		Costo en Invierno c\$/mes	
36433.7888		35222.8272	
TARIFA ACTUAL			
Tarifa Actual Verano		Tarifa Actual Invierno	
Costo Tarifa T4 Baja Tensión = (kWh/mes * Costo kWh/mes) +(kW Max * Costo de kW de demanda Maxima)			
Costo del kWh (c\$)	kWh/mes	Costo del kWh (c\$)	kWh/mes
3.0353	13808	3.0353	13808
Costo del kW (c\$)	kW Max	Costo del kW (c\$)	kW Max
361.8225	65	361.8225	65

Costo c\$/mes		Costo c\$/mes	
65429.8849		65429.8849	
Ahorros Verano C\$/mes	28996.10	Ahorros Invierno C\$/mes	30207.06
Ahorros Anuales C\$/año	355218.9	Ahorro en U\$	17201.88

AHORROS EN VERANO					
Detalle de facturación	Tarifa T-4	Tarifa T-4E	Ahorro C\$/mes	Ahorro U\$/mes	Ahorro U\$/año
Pago por Energía y potencia C\$/mes	65429.88	36433.79	28996.10	1404.17	8425.02
Alumbrado Público C\$/mes	0.00	0.00	0	0	0
Comercialización C\$/mes	1,301.00	1,301.00	0	0	0
Regulación INE C\$/mes	667.31	377.35	289.96	14.04	84.25
IVA C\$/mes	10109.73	5716.82	4392.91	212.73	1276.39
Total C\$/mes	77507.92	43828.96	33678.97	1630.94	9785.66
AHORROS EN INVIERNO					
Detalle de facturación	Tarifa T-4	Tarifa T-4E	Ahorro C\$/mes	Ahorro U\$/mes	Ahorro U\$/año
Pago por Energía y potencia C\$/mes	65429.88	35222.83	30207.06	1462.81	8776.87
Alumbrado Público C\$/mes	0.00	0.00	0	0	0
Comercialización C\$/mes	1,301.00	1,301.00	0	0	0
Regulación INE C\$/mes	667.31	365.24	302.070577	14.63	87.77
IVA C\$/mes	10109.73	5533.36	4576.369242	221.62	1329.70
Total C\$/mes	77507.92	42422.43	35085.50	1699.06	10194.33
AHORRO TOTAL US\$/Año:					19979.99

**Tabla B9 Memoria de cálculo de sustitución del banco de hielo
Torre de Enfriamiento.**

- Consumo de torre de enfriamiento = (5,460.47 kWh/año)
- Ahorro de la torre de enfriamiento= (5,460.47 kWh/año) * (0.13 \$/kWh) =
710 \$/año

Banco de Hielo.

- Tiempo ahorrado: (2 hr) * (365 días)= 730 hr/año
- Consumo de banco de Hielo = (10.73 kW)
- Consumo de banco de hielo = (10.73 kW) * (730 hr/año) = 7,832.9 kWh/año
- Ahorro de banco de Hielo: (7,832.9 kWh/año) *(0.13 \$/kW) = **1,018 \$/año**
- Ahorro Total = Σ Banco de Hielo + torre de enfriamiento

Ahorro Total = (1018 \$/año) + (710 \$/año) = 1,728.3 \$/año

Anexo C

Cotizaciones.

Anexo C1 Cotización de aislamiento Armaflex.



COMPANÍA DE IMPORTACIONES Y REPRESENTACIONES, S.A.

Calle 14 de Septiembre, Edificio P del H, 1½ c. al Este, Managua, Nicaragua.

Tel.: 248-3877 / 248-3878 al 80 • Tel/fax: 249-6473 • Aptdo. # 2359

E-mail: ventas@coirsanicaragua.com • Web: www.coirsanicaragua.com


¡Calidad y Mejor Precio!

Sr. (es): <u>Luis Hernandez</u>		Fecha: _____
<u>Dirección:</u>		Geovanny Ramon Romero Seq
<u>Teléfono:</u>		Doc. No.: 0000024548
COTIZACION		
Unidades	Nombre	Precio
1.00	ARMAFLEX Ø 2 5/8" X 3/4"	315.00
1.00	ARMAFLEX 3/4 X 3/8 (9-18)	45.00
		Total
		315.00
		45.00
Concepto: PRECIOS EN CORDOBAS		Sub Total
ENTREGA INMEDIATA		360.00
NO SE ACEPTAN CHEQUES		Total Impuesto
		54.00
		Retencion
		0.00
		Gran Total
		414.00
¡Calidad y Mejor Precio!		 Firma

Motores Eléctricos • Tubería de Cobre • Gas Refrigerante • Equipos Aire Acondicionados
Compresores • Refrigeración • Extractores y Ventiladores • Soldaduras • Capacitores • etc.



Nombre ISIDRO VALLE
Teléfono 8867-2346
Correo ventaspisto@ayreycia.com
VENTAS-PISO

cant.	Descripcion	P. Unit.	Total
12	P300201 ARMAFLEX 3/4" X 3/8" X 6'	3.50	\$ 42.00
1	P300207 ARMAFLEX EN PLANCHAS 36"X48"X1/2	30.00	\$ 30.00
	La plancha seria para el tubo de 3"		\$ -
Precios en dolares, de contado y/o cheques			
Armaflex de 3/4x1/2x6, no tenemos en existencia.			
		Subtotal	\$72.00
		I.V.A	\$10.80
		Total	\$82.80

AYRE km 4 1/2 carretera a Masaya - Tel: (505) 227 835 16 - fax: (505) 227 813 42
Kilómetro 4 Carretera a Masaya • PBX (505) 278-3516 / 278-4243 / 278-4042 / 278-3599 / 278-3274 / 278-8337 • Fax: (505) 278-1342

Anexo C3 Cotización de compra de un sistema de refrigeración nuevo.



YORK
Heating and Air Conditioning



AYRE
S.A.
Equipos y Accesorios de
Aire Acondicionado, Refrigeración y Electromecánica



THERMO KING
DE NICARAGUA

ORDEN # 0008223
CLIENTE #
VENDEDOR # 00111

*** FACTURA PROFORMA ***

CLIENTE
LACTEOS SAN SEBASTIAN

TELEFONO	FAX	F. O. B. AYRE	TERMINOS C.O.D.	FECHA	PLAZO 0	ORDEN No.
----------	-----	------------------	--------------------	-------	------------	-----------

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
1	B02LET120BK	EVAPORADOR 12,000 BTU BAJA TEMP. 208-230/1/60 BOHN	1,500.00	1,500.00
1	B02BHN020H2BF	CONDENSADOR 2 HP ALTA TEMP 208-230/1/60 R-22	2,750.00	2,750.00
1	P10814520	RELOJ DE DESHIELO DE 24 HORAS (TIMER)	100.00	100.00
1	W101601101	TERMOSTATO WHITE-RODGERS P/CUARTO FRIO	80.00	80.00
1	A70200RB5S4TV	VALVULA SELENOIDE 1/2 SOLDABLE	65.00	65.00
1	A70AMG208/240	BOVINA COIL 208-220V PARA SOLENOIDE	35.00	35.00
1	A70AAE11/2RC	VALVULA DE EXPANSION 1 1/2 T	55.00	55.00
1	LABOR	INSTAL. DE CUARTO FRIO EN ACoyapa	650.00	650.00

PRECIOS EN DOLARES, DE CONTADO.

LIC. BYRON PAIZ



0.00

SUB-TOTAL	5,235.00
IMPUESTO	785.25
TOTAL	6,020.25

AYRE

Kilómetro 4 Carretera a Masaya • PBX (505) 278-3516 / 278-4243 / 278-4042 / 278-3599 / 278-3274 / 278-8337 • Fax: (505) 278-1342

Anexo C4 Cotización de Banco de Hielo.



SERVICIOS MULTIPLES MARTINEZ
REFRIGERACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL

PRESUPUESTO

A: LACTEOS SAN SEBASTIAN

Por este medio estamos enviando oferta Técnico-Económica de Construcción de un Banco de Hielo 10 HP

ALCANCE DE TRABAJO:

- ❖ Construcción de Banco de Hielo Con Lamina Negra
- ❖ Tubería Interna De Acero al carbón de 1 Pul.
- ❖ Suministro de Bomba de Agua de 3 HP
- ❖ Suministro E Instalación de 2 Unidades Condensadores de 5 HP
- ❖ Interconexión con tubería de cobre e insulación de la misma

TIEMPO DE EJECUCION:

30 Día Laborable

COSTO DE LA OBRA:

Materiales y mano de Obra.....U\$ 40.650.00



FAVOR ELABORAR CK A NOMBRE DE FRANCISCO ROBERTO MARTINEZ

INDICE.

Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	4
Objetivos.	6
1. Objetivo General.....	6
2 Objetivos Específicos.	6
CAPITULO I.....	7
Generalidades.	8
1.1. Estructura organizativa.....	8
1.2 Niveles de alcance de una auditoria energética.	9
1.3 Metodología empleada en las auditorias energéticas.	10
1.4 Aspectos a diagnosticar.	11
1.5 Requerimientos en una auditoría energética.....	12
1.6 Áreas de aplicación en la auditoria energética.	12
1.7 Importancia de una auditoria energética.	12
1.8 Información arquitectónica.	14
1.9 Condiciones de operaciones.	15
1.9.1 Horas de operación de la planta.	15
1.10 Proceso de la elaboración de quesillo.	16
CAPITULO II.....	19
Fundamentos teóricos.	20
2.1 Conceptos básicos de refrigeración.	20
2.2 Ciclos de refrigeración.....	21
2.2.1 Ciclo ideal.	21

2.2.2	Ciclo real de refrigeración.	25
2.3	Componentes básicos de un sistema de refrigeración.	25
2.4	Máquina de hielo.	26
2.5	Torre de enfriamiento.	27
2.5.1	Tipos de torres de enfriamiento.	27
2.6	Intercambiador de calor.	28
2.6.1	Clasificación de los intercambiadores de calor.	28
2.7	Transmisión de calor.	28
2.8	Energía.	30
2.8.1	Luminotecnia.	38
2.9	El transformador de potencia.	41
2.9.1	Clasificación de transformadores por su enfriamiento.	41
2.9.2	Funcionamiento de un transformador.	43
2.10	Calidad de energía.	44
2.10.1	Parámetros que influyen en el concepto de calidad de energía.	44
2.10.2	Equipos y métodos de control de la calidad de energía.	44
2.10.3	Parámetros de eficiencia	45
CAPITULO III.		47
Análisis del consumo energético.		48
3.1	Características de la tarifa contratada por la empresa.	48
3.2	Introducción sobre el tipo de energía.	49
3.3	Evaluación del medidor.	49
3.4	Los consumos energéticos.	50
3.5	Precios de la energía.	53
3.5.1	Precios de los combustibles fósiles.	54

3.5.2	Precio de la electricidad.....	54
3.5.3	Costo total de la energía en la planta.	56
3.5.4	Benchmarking	57
CAPITULO IV		62
Capacidades de los equipos.....		63
4.1	Evaluación de los equipos eléctricos.....	64
4.1.1	Sistema de refrigeración.	64
4.1.2	Sistema de motores eléctricos.....	66
4.1.3	Sistema de iluminación.	67
CAPITULO V		68
Análisis del comportamiento de la demanda de energía.		69
5.1	Comportamiento de la demanda del banco de hielo.	71
5.2	Comportamiento del factor de potencia.....	73
5.3	Balance energético.....	75
CAPITULO VI		77
Condiciones técnicas y planes de mejoras de los recursos energéticos.		78
6.1	Generación de energía.....	78
6.1.1	Aislamientos dañados.....	78
6.1.2	Condición del Thermo King, utilizado como sistema de almacenamiento.....	79
6.1.3	Iluminación del proceso.	79
6.2	Plan de mejoras de los recursos energéticos.....	80
6.2.1	Cambio de tarifa.	82
6.2.2	Renovar aislamiento en las tuberías de refrigeración.	84
6.2.3	Aislar las tuberías de entradas y salidas del banco de hielo.	87

6.2.4	Sustitución del Thermo King por cuarto de refrigeración.	89
6.2.5	Mantenimiento de unidades condensadores (serpentes).	91
6.2.6	Sustituir la cocina número 3 por una de acero Inoxidable.	93
6.2.7	Instalar un sistema piloto en las cocinas y utilizar la válvula del consumo de gas en medio Flujo.	96
	Conclusiones.	99
	Recomendaciones.	102
	Bibliografía.	103
	Anexo. A.	104
	Imágenes.	104
	Anexo A1. Recepción de la materia prima (Leche).	105
	Anexo A2 Equipo de análisis para conocer el grado de acides de la Leche. ...	105
	Anexo A3 Bombeo de leche al momento del acopio.	106
	Anexo A4 Tanques de refrigeración para almacenamiento de la Leche.	106
	Anexo A5 Obtención de cuajada, para el proceso del Quesillo.	107
	Anexo A6 Colocación de la cuajada en panas con capacidad de 12 kg.	107
	Anexo A7 Cocción del Quesillo.	108
	Anexo A8 Almacenamiento del Quesillo a temperatura ambiente.	108
	Anexo A9 Almacenamiento del Quesillo en cuarto frio.	109
	Anexo A10 Transporte para la compra de quesillo.	109
	Anexo A 11: Maquina de Hielo utilizada en Lácteos San Sebastián.	110
	Anexo A12: Torre de enfriamiento utilizada en Lácteos San Sebastián.	111
	Anexo A13. Intercambiador en Lácteos San Sebastián.	112
	Anexo A 14 Pliego tarifario Lácteos San Sebastián.	113
	Anexo B.	114

Tablas Generales.	114
Tabla B1 Temperaturas de la leche en los tanques de refrigeración.....	115
Tabla B2: Tabla de Equivalencia.	116
Tabla B3 Indicador de GLP para la elaboración del quesillo.	116
Tabla B4 Datos nominales de los equipos de Lácteos San Sebastián.....	118
Tabla B5 Factor de carga de los motores en Planta Lácteos San Sebastián...	122
Tabla B6 Inventario de Lámparas.....	123
Tabla B7 Historial de consumo eléctrico de Lácteo San Sebastián.....	124
Tabla B8 Cálculo de cambio de tarifa.....	125
Tabla B9 Memoria de cálculo de sustitución del banco de hielo	127
Anexo C.....	128
Cotizaciones.....	128
Anexo C1 Cotización de aislamiento Armaflex.	129
Anexo C2 Cotización de Armaflex en Láminas.....	130
Anexo C3 Cotización de compra de un sistema de refrigeración nuevo.	131
Anexo C4 Cotización de Banco de Hielo.	132

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Información arquitectónica básica.	15
Tabla 2 Horario anual de funcionamiento de la planta Lácteos San Sebastián..	15
Tabla 3 Eficiencia típica de transformadores.....	44
Tabla 4 Tipo de taifa y costo de la energía.....	48
Tabla 5 Comparación del precio de la energía.	54
Tabla 6 Factura de la planta Lácteos San Sebastián en 2008-2009.	55
Tabla 7 Costo de la energía, Sep. 2008- Oct. 2009 en la Planta Lácteos San Sebastián.	56
Tabla 8 Indicador de energía eléctrica mensual.	57
Tabla 9 Resultado de la regresión lineal del consumo de G.L.P vs la producción de Denim	59
Tabla 10 Regresión lineal del consumo de electricidad vs la producción de Denim	60
Tabla 11 Capacidad de Enfriamiento.	65
Tabla 13 Lista de medidas energéticas (MEE) mencionadas durante esta Auditoría.	80
Tabla 14 Cálculo y costo de ahorro de la MEE 01.....	82
Tabla 15 Cálculo y ahorro de la MEE03	85
Tabla 16 Cálculo y ahorro de la MEE04	87
Tabla 17 Cálculo y costo de ahorro de la MEE05.....	90
Tabla 18 Cálculo y costo de ahorro de la MEE06.....	92
Tabla 19 Cálculo y ahorro de la MEE07	95
Tabla 20 Cálculo y ahorro de la MEE08	97
Tabla 22 Resumen general de la medidas de eficiencia energética en la planta Lácteos San Sebastián.....	99
Tabla 23 Comportamiento de la temperatura en los tanques de refrigeración.	115
Tabla 24 Tabla de equivalencia.....	116
Tabla 25 Indicador de GLP para la elaboración del quesillo.	116
Tabla 26 Dato de placa de los motores.	118
Tabla 27 Factor de carga de los motores en Planta Lácteos San Sebastián. ..	122

Tabla 28 Inventario de Lámparas.	123
Tabla 29 Historial de consumo eléctrico de Lácteo San Sebastián.	124

INDICE DE FIGURAS.

Fig. No 1 Estructura Organizativa de Lácteos San Sebastián.	9
Fig. No 2 Flujograma del proceso del quesillo.....	17
Fig. No 3 Ciclo Ideal de Refrigeración	23
Fig. No 4 Triangulo de potencias.....	35
Fig. No 5 Diagrama fasorial de la corriente	37
Fig. No 6 Balance energético de una lámpara fluorescente.	40
Fig. No 7 Diagrama esquemático conexión de un transformador.....	43
Fig. No 8 Consumo eléctrico de Lácteos San Sebastián.....	50
Fig. No 9 Consumo diario de gas licuado en Lácteos San Sebastián.	51
Fig. No 10 Consumo mensual de Diesel en Lácteos San Sebastián.....	52
Fig. No 11 Distribución del consumo energético de la planta Lácteos San Sebastián,	53
Fig. No 12 Costo de la energía en el periodo Sept. 2008-Oct. 2009 en Lácteos San Sebastián.	56
Fig. No 13 Comportamiento del gasto de G.L.P vs panas elaboradas.	58
Fig. No 14 Modelización de la regresión lineal del consumo de G.L.P.....	59
Fig. No 15 Modelización del consumo de electricidad.....	60
Fig. No 16 Equipos consumidores de energía.....	63
Fig. No 17 Esquema del sistema de refrigeración de la Planta Lácteos San Sebastián.	66
Fig. No 18 Comportamiento de la demanda de energía.....	69
Fig. No 19 Comportamiento de la demanda según analizador de energía.....	70
Fig. No 20 Comportamiento de la energía activa según recibos eléctricos.	71
Fig. No 21 Demanda de energía de la unidad condensadora No 1 del banco de hielo.....	72
Fig. No 22 Demanda de energía de la unidad condensara No 2 del banco de hielo.....	73
Fig. No 23 Comportamiento del factor de potencia según recibos eléctricos.	74
Fig. No 24 Factor de potencia registrado por el analizador de energía.	75

Fig. No 25 Diagrama Sankey representando el balance energético de Lácteos San Sebastián.	76
Fig. No 26 Aislamiento dañados en los sistemas de refrigeración.	79